



Filipe Vicente Peixoto

Licenciado em Ciências da Engenharia do Ambiente

**O papel da infraestrutura verde no
fornecimento de serviços de
ecossistemas: regulação de
inundações em zonas urbanas**

**Proposta de uma infraestrutura verde para a bacia
hidrográfica da ribeira das Vinhas no concelho de
Cascais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil de Engenharia de Sistemas
Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Maria Teresa Calvão
Rodrigues, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientadora: Doutora Evelina Brigitte Moura
Rodrigues, GEOTPU – Grupo de Estudos de
Ordenamento do Território e Planeamento Urbano

Júri:

Presidente: Professor Doutor José Carlos Ribeiro Ferreira

Arguente: Arquiteto João Carlos da Silva Ferreira Cardoso de Melo

Vogal: Professora Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro de 2017

O papel da infraestrutura verde no fornecimento de serviços de ecossistemas: regulação de inundações em zonas urbanas. Proposta de uma infraestrutura verde para a bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas no concelho de Cascais.

Copyright © Filipe Vicente Peixoto, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Dedicatória

Aos meus pais, Marta e Duarte, ao meu irmão Miguel e à minha madrinha Aida.

A uma pessoa especial que me “deixou” durante a elaboração da presente dissertação e de quem tenho muitas saudades: A ti, avó Zélia!

*“O progresso dos rios até ao Oceano não é
tão rápido como o do Homem para o erro”
Voltaire*

Agradecimentos

Este trabalho resulta de uma simbiose entre um empenho individual e de um esforço conjunto, que possibilitou a sua concretização. Representando um importante marco na minha vida pessoal e académica, quero manifestar a minha gratidão a todos os que estiveram presentes nos momentos de angústia, de ansiedade, de insegurança, de exaustão e de alegria.

Quero agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Maria Teresa Calvão, e co-orientadora, a Doutora Evelina Rodrigues, pelo o apoio, disponibilidade e conhecimentos transmitidos ao longo da elaboração da dissertação.

Agradeço, também, à Câmara Municipal de Cascais, à Cascais Ambiente e ao Arquiteto João Melo pela informação disponibilizada.

Agradeço ao Professor David Pereira e restante equipa de projeto pela cedência do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas.

Agradeço ao meu colega e futuro Engenheiro Cláudio Macedo pelo “*workshop* inicial” de *ArcGis* e por todas as dicas quando sempre precisei.

À Sara, à minha fiel companheira de tese, de estudo e de trabalhos, o meu obrigado pelo teu companheirismo e amizade ao longo destes anos de Faculdade.

À minha equipa de voleibol por todo o apoio e compreensão nas fases mais difíceis. Vocês foram todos espetaculares! Um especial obrigado à Catarina, ao Paulo e ao Banha.

À Vânia, Nivalda, Marisa, Campôa, Joana, Pedro, Cristiano, Ricardo, Catarina(s), Carolina, Ana, Iryna, Andreia, Daniel, Tomás, Marco e André pela vossa amizade durante estes anos, e pelo apoio e incentivo nesta fase final.

À Margarida e à Marta, pela amizade, carinho e apoio, e pelas horas de videochamadas e de telefonemas nas alturas mais stressantes.

A toda a minha família (desde os meus avós até à geração mais nova), pela união e amizade, e, principalmente, pela motivação e força transmitidas ao longo do meu percurso. Agradeço também a duas pessoas especiais e amigas da família pela sua amizade, apoio e carinho transmitidos, e também pela hospitalidade, quando sempre precisei, durante o meu percurso por terras continentais: à Maria João e à Dona Antónia.

À minha cadela, Lola, pela sua fiel companhia nas noitadas da fase final.

Por último, e como os últimos são sempre os primeiros, quero agradecer aos meus pais, Marta e Duarte, e ao meu irmão Miguel, pelo apoio, carinho, compreensão e paciência, não só ao longo destes anos, mas desde sempre. Sem vocês, nada disto tinha sido possível.

A todos, o meu muito obrigado!

Resumo

A crescente ocupação urbana das bacias hidrográficas, de forma desordenada em áreas contestadas, tem desencadeado um processo de impermeabilização dos solos que conduz à alteração do ciclo hidrológico e das características naturais do sistema de drenagem. Este facto associado à ocorrência de precipitação intensa aumenta a vulnerabilidade dos territórios à ocorrência de cheias e inundações. A bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas tem vindo a ser afetada por este tipo de desastre natural, responsável por graves situações de emergência em zonas de elevada densidade populacional, com perdas de vidas e bens materiais.

Como resposta à problemática atual, surge a infraestrutura verde como uma abordagem resiliente e custo-eficaz na gestão dos impactes de eventos pluviais, ao restabelecer as condições naturais do ciclo hidrológico. Para além do seu papel na regulação da água, a infraestrutura verde assegura múltiplas funções e benefícios num mesmo espaço, vitais para a sustentabilidade territorial.

Neste sentido, o presente trabalho consistiu na definição de uma proposta de uma infraestrutura verde para a bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas, no município de Cascais, por forma a aumentar a resiliência territorial face ao risco de cheia e inundação, através dos serviços providos pelos ecossistemas. A elaboração da proposta teve por base a caracterização territorial, a análise do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas e as abordagens de atuação, ao setor pormenor, ao longo das zonas inundáveis, preconizadas pelo autor. A proposta seguiu uma abordagem qualitativa ao invés de uma abordagem quantitativa, representando uma base para futuras investigações que têm como cerne uma avaliação numérica do território.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde; Serviços de Ecossistemas; Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável; Planeamento Ecológico; Bacia Hidrográfica; Cheias Rápidas

Abstract

The increasing urban occupation of the watersheds, in a disorderly way in contested areas, has triggered a process of waterproofing the soils that lead to the evolution of the hydrological cycle and the natural characteristics of the drainage system. This fact associated with the event of intense precipitation increases the vulnerability of the regions to the occurrence of floods.

In response to this current problem, the green infrastructure appears as a resilient and cost-effective approach in managing the impacts of precipitation events, by restoring the natural conditions of the hydrological cycle. In addition to its role in water regulation, the green infrastructure ensures multiple functions and benefits in the same space, vital for territorial sustainability.

In this sense, the present work consisted in the definition of a proposal of a green infrastructure for the watershed of ribeira das Vinhas, in Cascais, in order to increase the territorial resilience to flood risk, through the services provided by ecosystems. The elaboration of the proposal was based on the territorial characterization, the analysis of the “Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas”, and the approaches to the sector detailing along the floodplain areas, recommended by the author. The proposal followed a qualitative approach rather than a quantitative approach, providing a basis for future research that has as its basis a numerical assessment of the territory.

Keywords: Green Infrastructure; Ecosystem Services; Sustainable Urban Drainage Systems; Ecological Planning; Watershed; Flash Floods

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Definição do âmbito	2
1.3	Organização da dissertação	3
2	Urbanização.....	5
2.1	Impacte da impermeabilização do solo no ciclo hidrológico e o risco de cheia e inundação	6
2.1.1	Cheia <i>versus</i> Inundação	9
2.2	As alterações climáticas em ambiente urbano e o agravamento do risco de cheia e inundação	12
2.2.1	Estratégias de adaptação	17
3	Infraestrutura Verde.....	23
3.1	Evolução das abordagens da integração de espaços verdes no desenvolvimento das cidades	23
3.2	Diferentes abordagens ao conceito de infraestrutura verde	28
3.3	A infraestrutura verde como um sistema de “núcleos”, “corredores verdes” e “retiros”.....	29
3.4	A infraestrutura verde como instrumento de promoção dos serviços de ecossistemas em ambiente urbano.....	30
3.4.1	Benefícios da infraestrutura verde.....	33
3.5	A infraestrutura verde na gestão da água	39
3.5.1	Redução do volume de escoamento e atenuação do caudal de ponta	39
3.5.2	A infraestrutura verde como prática sustentável de drenagem urbana	41
3.6	Exemplos de projetos de integração de infraestrutura verde.....	52
3.6.1	Bacias de retenção, Guimarães	53
3.6.2	Bacia do rio Odelouca - sub-bacia hidrográfica do Arade, Algarve	53
3.6.3	Coberturas verdes, Genebra, Suíça.....	54
3.6.4	Ecoaldeia de Tamera, Odemira.....	55
3.6.5	“Derbyshire Street Pocket Park”, Londres.....	55
3.6.6	High Line Park, Nova Iorque	56
3.6.7	“Cheonggyecheon Linear Park”, Seul, Coreia do Sul	58
3.6.8	“Live with Water”, Holanda	59

3.6.9	<i>“Ekostaden Augustenborg”</i> , Malmo, Suécia	59
3.6.10	Queen Caroline Estate, Londres	59
3.6.11	Slowing the Flow, Pickering, North Yorkshire	60
4	Instrumentos de Gestão Territorial/Enquadramento Legal	63
4.1	Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa	63
4.1.1	Rede Ecológica Metropolitana.....	63
4.2	Plano Diretor Municipal de Cascais	64
4.3	Estrutura Ecológica Municipal	65
4.4	Reserva Agrícola Nacional	66
4.5	Reserva Ecológica Nacional.....	67
4.6	Plano Sectorial da Rede Natura 2000	67
4.7	Plano de Ordenamento do Parque Natural Sintra-Cascais	69
4.8	Plano Regional de Ordenamento Florestal da Área Metropolitana de Lisboa	69
4.8.1	Sub-região homogénea de Sintra.....	70
4.9	Domínio Público Hídrico	70
4.10	Plano Nacional da Água	71
4.11	Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5A).....	73
4.12	Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste	74
4.13	Plano de Gestão dos Riscos de Inundações	74
5	Metodologia	75
5.1	Introdução metodológica	75
5.2	Caracterização da área de estudo	77
5.2.1	Enquadramento no PNSC e no Concelho de Cascais.....	77
5.2.2	Clima.....	78
5.2.3	Hidrografia	78
5.2.4	Características geométricas e do sistema de drenagem	79
5.2.5	Relevo.....	81
5.2.6	Geologia	82
5.2.7	Tipo de solo	83
5.2.8	Uso e ocupação do solo	84
5.2.9	Valor ecológico do solo	87

5.2.10	Permeabilidade do Solo e Áreas de Infiltração Máxima	88
5.2.11	Vegetação.....	90
5.2.12	Paisagem.....	93
5.2.13	<i>Edificado e equipamentos</i>	95
5.2.14	Sistema de Mobilidade Suave	97
5.2.15	Património Cultural, Histórico e Arqueológico	98
5.2.16	Estrutura Verde Urbana.....	100
5.2.17	Estrutura Ecológica e Condicionantes	101
5.2.18	Análise SWOT	109
5.3	Análise do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas.....	112
6	Proposta de Infraestrutura Verde	119
6.1	Abordagem proposta para cada secção de intervenção considerada	120
6.1.1	Secção 1 – Quinta da Teixeira	121
6.1.2	Secção 2 – Atrozela	124
6.1.3	Secção 3 – Atrozela/Pisão	126
6.1.4	Secção 4 – Casal de Porto Côvo	128
6.1.5	Secção 5 – Pisão 2.....	130
6.1.6	Secção 6 – Ribeira dos Marmeleiros	131
6.1.7	Secção 7 - Penhas do Marmeleiro	133
6.1.8	Secção 8 – Ribeira das Vinhas	133
6.1.9	Secção 9 – Cascais.....	136
6.2	Plano de Infraestrutura Verde Proposta.....	147
7	Considerações Finais	151
8	Referências.....	155
9	Anexos.....	171
9.1	Anexo I.....	171
9.2	Anexo II.....	173
9.3	Anexo III.....	177
9.4	Anexo IV	180

9.5	Anexo V	182
9.6	Anexo VI	186
9.7	Anexo VII	187
9.8	Anexo VIII	188
9.9	Anexo IX	189
9.10	Anexo X	189
9.11	Anexo XI	190
9.12	Anexo XII	191
9.13	Anexo XIII	192
9.14	Anexo XIV	193
9.15	Anexo XV	194

Índice de Figuras

Figura 1.1 Cheias de 1983 na vila de Cascais (Fonte: CMC, 2015p).....	1
Figura 1.2 Número de ocorrências de cheias por freguesia, no período compreendido entre 2000 e 2008 (Fonte: CMC, 2015a).....	2
Figura 2.1 Evolução da população urbana e rural a nível mundial (à esquerda) e europeu (à direita), entre 1950 e 2050 (Fonte: Adaptado de UN, 2015).....	5
Figura 2.2 À esquerda: proporção da população urbana e rural em Portugal em % da população total, entre 1950 e 2050; à direita: proporções da população urbana em Portugal, na Europa e na Europa do Sul. A população é expressa em percentagem da população entre 1950 e 2050 (Fonte: Adaptado de UN, 2014).	6
Figura 2.3 Impacte da variação do grau de impermeabilização do solo nas componentes do ciclo hidrológico (Fonte: Adaptado de Ruby, 2005)	7
Figura 2.4 Ciclo hidrológico natural e urbano (Fonte: Adaptado de Sustainable sanitation and water management, 2017).....	8
Figura 2.5 Hidrograma de cheia pré (azul) e após (vermelho) urbanização (Fonte: Adaptado de Hoffmann <i>et al.</i> , 2015)	9
Figura 2.6 Catástrofes naturais ocorridas em Portugal, entre 1960 e 2010 (Fonte: Ramos, 2013)	11
Figura 2.7 Variação de temperatura global média para os cenários RCP2.6 e RCP 8.5 (à esquerda); nível de risco adicional em função da mudança de temperatura média global para diferentes sistemas e eventos (à direita). (Fonte: Adaptado de IPCC, 2014b).....	14
Figura 2.8 Representação esquemática dos principais fatores de risco nas áreas urbanas e os seus impactes potenciais (Fonte: Alcoforado <i>et al.</i> , 2009)	16
Figura 2.9 Relação entre os custos de mitigação e os efeitos das alterações climáticas (Fonte: Alcoforado <i>et al.</i> , 2009)	17
Figura 2.10 Relação entre os custos de adaptação e os efeitos das alterações climáticas (Fonte: Alcoforado <i>et al.</i> , 2009)	18
Figura 2.11 Exemplos de diferentes abordagens de adaptação e os benefícios complementares, ao longo do tempo, para diferentes níveis de água devido a inundações (Fonte: Adaptado de EEA, 2016a)	19

Figura 2.12 Processo de uma adaptação baseada nos ecossistemas e outro processo onde a adaptação não é baseada nos ecossistemas (Fonte: adaptado de Shaw <i>et al.</i> , 2014)	21
Figura 3.1 Planta do projeto de Olmsted para Boston's Emerald Necklace, projetado em várias entre 1878 e 1890 (Fonte: Hellmund e Smith, 2006)	24
Figura 3.2 Esquema conceitual de IFV (Fonte: Adaptado de Benedict e McMahon, 2002, 2006)	29
Figura 3.3 Relação entre a biodiversidade, os serviços de ecossistemas e o bem-estar humano (Fonte: Adaptado de MEA, 2005).....	32
Figura 3.4 Modelo conceitual da relação entre expansão urbana, IFV e serviços de ecossistemas (Fonte: Adaptado de Petrişor <i>et al.</i> , 2016)	32
Figura 3.5 Relação entre o coberto arbóreo e a temperatura da superfície terrestre (Fonte: Adaptado de Sung, 2013).....	34
Figura 3.6 Perfil térmico numa cidade, em que é evidenciada uma ilha de calor urbana (Fonte: Alcoforado <i>et al.</i> , 2009)	35
Figura 3.7 Relação entre IFV, serviços de ecossistemas, saúde dos ecossistemas e saúde humana (Fonte: Adaptado de Tzoulas <i>et al.</i> , 2007).....	38
Figura 3.8 Princípio de cadeia de gestão dos SUDS (Fonte: Adaptado de SuDS Wales, 2017f)	42
Figura 3.9 Exemplos de BR: à esquerda, BR a seco (Fonte: Susdrain, s.d. b); à direita, BR com nível de água permanente (Fonte: Lourenço, 2014)	43
Figura 3.10 Esquema de uma cobertura verde (Fonte: ZinCo, s.d.)	44
Figura 3.11 Exemplos de coberturas verdes intensivas: à esquerda, New Providence Wharf, Londres (Fonte: ZinCo, s.d.); à direita, torre de escritórios ACROS Fukuoka, no Japão (Fonte: Japão em foco, 2011)	45
Figura 3.12 Exemplos de coberturas verdes extensivas: à esquerda, clínica de cuidados paliativos na Pensilvânia, Estados Unidos da América (2001) (Fonte: Pinto, 2014); à direita, vista aérea da ETAR de Alcântara (Fonte: Águas de Portugal, s.d.)	46
Figura 3.13 Sistema de aproveitamento de água pluvial (Fonte: Adaptado de EC, 2015g).....	46
Figura 3.14 Esquema de um pavimento permeável (Fonte: SuDS Wales, 2017d)	48
Figura 3.15 À esquerda, secção típica de uma trincheira de infiltração (Fonte: Nieber <i>et al.</i> , 2007); à direita, integração de uma trincheira de infiltração no paisagismo local (Fonte: Adaptado de SuDS Wales, 2017c)	49

Figura 3.16 À esquerda, exemplo de integração de uma vala com coberto vegetal no paisagismo local (Fonte: Susdrain, s.d. g); à direita, um protótipo de uma vala revestida com vegetação (Fonte: SuDS Wales, 2017a).....	50
Figura 3.17 À esquerda, jardim de chuva (Fonte: Susdrain, s.d. f); à direita, jardim de chuva com diversas plantas ornamentais (Fonte: This is old house, s.d.)	51
Figura 3.18 Exemplo de uma zona húmida (Fonte: Susdrain, s.d. h).....	52
Figura 3.19 BR do município de Guimarães (Fonte: Adaptado de CMG, 2016)	53
Figura 3.20 Imagens de <i>Derbyshire Street</i> e <i>Pocket Park</i> (Fonte: Susdrain, s.d. j)	56
Figura 3.21 Imagem do <i>High Line</i> (Fonte: American Society of Landscape Architects, s.d.).....	57
Figura 3.22 Imagens do <i>Cheonggyecheon Linear Park</i> (Fonte: Adaptado de Mariarinaldi, 2007).	58
Figura 3.23 Componentes SUDS utilizados no projeto: (a) cobertura verde; (b) vala de escoamento; (c) BR; (d) bacia de detenção rochosa. (Fonte: Adaptado de Susdrain, s.d. k).....	60
Figura 4.1 Pormenor da REM contemplando o concelho de Cascais e a AE (delimitada a vermelho) (Fonte: Adaptado de CMC, 2010)	64
Figura 4.2 EEM de Cascais (Fonte: Adaptado de Agência Cascais Natura, 2009).....	66
Figura 4.3 Zonas adjacentes no concelho de Cascais (Fonte: CMC, 2015p)	71
Figura 4.4 Delimitação geográfica da RH5 (Fonte: APA, 2016a)	73
Figura 5.1 Esquema metodológico.....	75
Figura 5.2 Localização da BHRV no município de Cascais e no PNSC (Fonte: Adaptado de CMC, 2011).....	78
Figura 5.3 Imagens da ribeira das Vinhas: (a) e (b) leito no estado natural; (c) margens do leito da ribeira são muros de pedra ou de betão; (d) canalizada subterraneamente (Fonte: Autor)	79
Figura 5.4 Rede hidrográfica da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)	80
Figura 5.5 Curva hipsométrica da BHRV	81
Figura 5.6 Carta geológica da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)	82
Figura 5.7 Carta do tipo de solos da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; Carta de Solos de Portugal, s.d.; CMC, 2011)	84
Figura 5.8 Carta de classificação do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	85
Figura 5.9 Carta da qualificação do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	86

Figura 5.10 Carta do valor ecológico do solo da AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011)	87
Figura 5.11 Carta da permeabilidade do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; Pena e Abreu, 2013b -EPIC WebGIS Portugal)	88
Figura 5.12 Carta das AIM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; Pena e Abreu, 2013a - EPIC WebGIS Portugal)	90
Figura 5.13 Carta da vegetação atual na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011).....	91
Figura 5.14 Carta da vegetação potencial na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011)	92
Figura 5.15 Carta das unidades de paisagem na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015d) ..	94
Figura 5.16 Carta de paisagens singulares na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015c)	95
Figura 5.17 Imagens de edificações construídas junto às margens dos cursos de água, em zonas REN, sobre o leito de cheia e em zonas ameaçadas pelas cheias (Fonte: Autor)	96
Figura 5.18 Carta de equipamentos existentes na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015e, 2015f, 2015g, 2015h, 2015i, 2015m, 2015n)	97
Figura 5.19 Carta da rede ciclável proposta, pela autarquia, na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011).....	98
Figura 5.20 Carta do património histórico, cultural, arqueológico e arquitetónico existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k).....	99
Figura 5.21 Carta da estrutura verde na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015b).....	101
Figura 5.22 Carta da EEM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	102
Figura 5.23 Carta da REM existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011).....	104
Figura 5.24 Carta das zonas REN e RAN na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	105
Figura 5.25 Carta das tipologias REN existentes na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	106
Figura 5.26 Carta do DPH na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	107
Figura 5.27 Carta dos habitats da RN2000, Sítio Sintra-Cascais e PNSC na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	108
Figura 5.28 Condições precárias da rede pedonal: à esquerda, Rua de São Domingos; à direita, Rua de São Bernardo (Fonte: Autor)	111
Figura 5.29 Condições existentes na AE: (a) desordenamento urbanístico e territorial; (b) sujidade e mau estado da linha de água; (c) edificações construídas sobre o leito de cheia e em ZAC; (d) degradação da linha de água (Fonte: Autor)	111

Figura 5.30 Áreas inundáveis para um período de retorno de 100 anos (Fonte: Pereira <i>et al.</i> , 2016).....	113
Figura 5.31 Entrada do troço coberto da ribeira das Vinhas (Fonte: Autor)	114
Figura 5.32 Localização das BR, preconizadas no PPCCRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011; DGT, 2016; Pereira <i>et al.</i> , 2016)	115
Figura 5.33 Planície de inundação resultante do amortecimento de caudais a montante e para as condições atuais do troço coberto (Fonte: Pereira <i>et al.</i> , 2016)	116
Figura 5.34 Planície de inundação compreendida entre a BR 4 e o troço coberto, para cada um dos cenários considerados (Fonte: Adaptado de Pereira <i>et al.</i> , 2016)	116
Figura 6.1 Divisão das secções de intervenção na AE (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011).....	120
Figura 6.2 Propostas de intervenção para a secção 1 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d.; 2011, 2015j, 2015k)	123
Figura 6.3 Propostas de intervenção para a secção 2 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k)	125
Figura 6.4 Proposta de intervenção para o aglomerado rural da Atrozela (Fonte: Autor)	126
Figura 6.5 Propostas de intervenção para a secção 3 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k; Pereira <i>et al.</i> , 2016)	128
Figura 6.6 Propostas de intervenção para a secção 4 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d.; 2011, 2015i, 2015j, 2015k)	130
Figura 6.7 Propostas de intervenção para a secção 6 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015i, 2015j, 2015k, Pereira <i>et al.</i> , 2016)	132
Figura 6.8 Protótipo da horta acessível (Fonte: AVAAL, 2012)	135
Figura 6.9 Propostas de intervenção para a secção 8 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d. 2011, 2015j, 2015k, Pereira <i>et al.</i> , 2016)	136
Figura 6.10 Delimitação proposta para a implementação prioritária de coberturas verdes no setor pormenor da secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	138
Figura 6.11 Espécies de plantas rasteiras que podem ser usadas em telhados extensivos: (a) <i>Sedum spurium</i> , (b) <i>Sedum acre</i> and <i>Sedum sichotense</i> , (c) <i>Sedum album</i> , (d) <i>Sedum acre</i>	

<i>diploid</i> , (e) <i>Sedum album</i> Athoum e (f) <i>Sempervivum "Fame"</i> (Fonte: Adaptado de Pinto, 2014)	139
Figura 6.12 Proposta de implementação de pavimento permeável no setor pormenor da secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	140
Figura 6.13 Área prioritária para implementação de implementação de árvores, jardins de chuva, valas vegetadas, trincheiras de infiltração e canteiros (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	142
Figura 6.14 Árvores de arruamento, existentes e propostas (pelo autor), na secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	143
Figura 6.15 (Fonte: Adaptado de CMC, 2017b)	144
Figura 6.16 Proposta de implementação de espaços verdes de recreio e lazer no setor pormenor da secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	145
Figura 6.17 Proposta de intervenção para o "quarteirão verde" da secção 9 (Fonte: Autor)	146
Figura 6.18 Proposta de IFV para a AE (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015b, 2015g, 2015h, 2015i, 2015j, 2015k, 2015l)	150
Figura 9.1 Distribuição espacial da temperatura média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas de Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	174
Figura 9.2 Distribuição espacial da precipitação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	175
Figura 9.3 Distribuição espacial da humidade relativa média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	176
Figura 9.4 Distribuição espacial da insolação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	177
Figura 9.5 Ordem dos cursos de água da BHRV, de acordo com o critério de classificação de Strahler (1952) (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)	180
Figura 9.6 Carta de altimetria da BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; <i>Worldclim</i> , s.d.)	183
Figura 9.7 Carta de declives da BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; <i>Worldclim</i> , s.d.)	184
Figura 9.8 Suscetibilidade da BHRV, inserida nos limites administrativos de Cascais, a movimentos de massa em vertentes (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	185
Figura 9.9 Suscetibilidade da BHRV, inserida nos limites administrativos de Cascais, a cheias e inundações (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	188

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Cronologia das grandes cheias ocorridas em Portugal continental (Fonte: APA, 2016b).....	12
Tabela 2.2 Exemplos de medidas de adaptação às AC, segundo as abordagens incremental e transformacional (Fonte: Adaptado de Alcoforado <i>et al.</i> , 2009; EC, 2013a; EEA, 2016a)	20
Tabela 3.1 Síntese da caracterização dos dois tipos de cobertura verde: intensiva e extensiva (Fonte: Adaptado de Woods-Ballard <i>et al.</i> , 2007; Raposo, 2013; Pinto, 2014)	45
Tabela 3.2 Valores de referência para a percentagem de retenção de água em função da profundidade do substrato de crescimento (Fonte: Raposo, 2013)	47
Tabela 5.1 Análise SWOT da AE	109
Tabela 6.1 Elementos a integrar no plano da IFV proposta.....	147
Tabela 9.1 Cartografia utilizada na caracterização e análise da área de estudo	171
Tabela 9.2 Distribuição espacial, em km ² e %, da temperatura média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas de Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	173
Tabela 9.3 Distribuição espacial, em km ² e %, da precipitação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	174
Tabela 9.4 Distribuição espacial, em km ² e %, da humidade relativa média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	175
Tabela 9.5 Distribuição espacial, em km ² e %, da insolação média anual na BHRV (Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)	177
Tabela 9.6 Hierarquia fluvial da BHRV, com base no critério de classificação de Strahler (fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)	181
Tabela 9.7 Área, em km ² e em %, das classes de altimetria na BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; <i>Worldclim</i> , s.d.).....	183
Tabela 9.8 Área, em km ² e em %, das classes de declive na BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; <i>Worldclim</i> , s.d.).....	184
Tabela 9.9 Distribuição das áreas e frequências altimétricas, em altitude, para a BHRV	185
Tabela 9.10 Área, em km ² e em %, ocupada por tipo de formação geológica na BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)	186
Tabela 9.11 Área, em km ² e em %, ocupada por cada classe de tipo de solo na BHRV (Adaptado de AML, s.d.; Carta de Solos de Portugal, s.d.; CMC, 2011).....	188

Tabela 9.12 Distribuição da ocupação do solo, em km ² e em %, na AE (Adaptado de CMC, 2011)	189
Tabela 9.13 Classes de Valor Ecológico do Solo e respetiva descrição (Fonte: Adaptado de Magalhães <i>et al.</i> , 2007)	189
Tabela 9.14 Área, em km ² e em %, de cada tipo de vegetação existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d.; 2011)	190
Tabela 9.15 Área, em km ² e em %, da EEM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	191
Tabela 9.16 Usos e ações compatíveis com a Estrutura Ecológica para as componentes: leitos e margens dos cursos de água, permeabilidade máxima e falhas geológicas e solos de elevado valor ecológico (Fonte: Ferreira e Machado, 2010)	191
Tabela 9.17 Área, em km ² e em %, de cada família tipológica e respetiva tipologia das áreas REN (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	193
Tabela 9.18 Área, em km ² e em %, de cada tipologia do DPH (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)	194
Tabela 9.19 Zonas da bacia que constituem um elevado grau de risco, devido à densa ocupação urbana ou à localização em leito de cheia (Fonte: Pereira <i>et al.</i> , 2016)	194
Tabela 9.20 Localização e configuração das BR (Fonte: Pereira <i>et al.</i> , 2016)	197

Acrónimos e Siglas

AC – Alterações Climáticas

AE – Área de Estudo

AIM – Áreas de infiltração máxima

AML – Área Metropolitana de Lisboa

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração da Região Hidrográfica

AVAAL – Associação para a Valorização Ambiental da Alta de Lisboa

BHRV – Bacia Hidrográfica da Ribeira das Vinhas

BMP - *Best Management Practices* (Melhores Práticas de Gestão)

BR – Bacia de Retenção

CASP – Centro de Apoio Social do Pisão

CEMAT – Conferência Europeia dos Ministros responsáveis pelo Ordenamento do Território do Conselho da Europa

CMC – Câmara Municipal de Cascais

CMG – Câmara Municipal de Guimarães

DGOTU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DPH – Domínio Público Hídrico

EC – *European Commission* (Comissão Europeia)

EEA – *European Environment Agency* (Agência Europeia do Ambiente)

EEC – Estrutura Ecológica Complementar

EEF – Estrutura Ecológica Fundamental

EEM – Estrutura Ecológica Municipal

EEU – Estrutura Ecológica Urbana

EN – Engenharia Natural

EVU – Estrutura Verde Urbana

GEE – Gases com Efeito de Estufa

IFV – Infraestrutura Verde

IGT – Instrumentos de Gestão Territorial

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)

UN – *United Nations* (Nações Unidas)

LA – Lei da Água

LAP – Linha de Água Principal

MEA - *Millenium Ecosystem Assessment*

PAAL – Parque Agrícola da Alta de Lisboa

PBH – Plano de Bacia Hidrográfica

PDM – Plano Diretor Municipal

PDM Cascais – Plano Diretor Municipal de Cascais

PGRH – Plano de Gestão de Região Hidrográfica

PGRH RH5A – Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste

PGRI – Plano de Gestão dos Riscos de Inundação

PGRI RH5A – Plano de Gestão dos Riscos de Inundação da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste

PMOT – Plano Municipal de Ordenamento do território

PNA – Plano Nacional da Água

PNSC – Parque Natural Sintra-Cascais

POPNSC – Plano de Ordenamento do Parque Natural de Sintra-Cascais

PPCCRV – Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas

PROF AML – Plano Regional de Ordenamento Florestal da Área Metropolitana de Lisboa

PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território

PROT AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa

PSRN2000 - Plano Sectorial da Rede Natura 2000

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REFER – Rede Ferroviária Nacional

REM – Rede Ecológica Metropolitana

REN – Reserva Ecológica Nacional

RH5 – Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste

RJIGT – Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial

RJРАН – Regime Jurídico da Reserva Agrícola Nacional

RJREN – Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional

RN2000 – Rede Natura 2000

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SUDS – *Sustainable Urban Drainage Systems* (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável)

TEEB - *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*

ZAC – Zonas Ameaçadas por Cheias

1 Introdução

1.1 Enquadramento

A ocupação antrópica do território tem provocado, direta ou indiretamente, alterações no ambiente natural, o que na maioria das vezes acarreta importantes consequências para as populações (EEA, 2016b). O aumento da impermeabilização dos solos, acompanhado da remoção do coberto vegetal, modifica as condições hidrológicas naturais de uma determinada região; consequentemente, as condições naturais de drenagem são alteradas, contribuindo para intensificar o risco de inundação urbana. Porém, existem também outros fatores, como a insuficiência e sobrecarga da rede de drenagem, a obstrução e cobertura de troços de cursos de água, a ocupação de margens e leitos de cheia por construções, entre outros, que contribuem para agravar as condições de risco (Saraiva, 2008).

O município de Cascais, pela falta de planos urbanísticos eficazes, particularmente na década de 70 e 80, aliado à dimensão e características da rede hidrográfica, permitiu um desordenado crescimento urbano, deparando-se atualmente com um problema de escoamento de águas pluviais, que em períodos de eventos pluviais intensos saem dos seus leitos naturais, provocando graves problemas de cheias e inundações (CMC, 2015p). Cascais é um território muito suscetível à ocorrência deste tipo de desastre natural, apresentando um historial de acontecimentos, como é o caso das cheias de 28 de novembro de 1967, de 19 de novembro de 1983 (nomeadamente a cheia da ribeira das Vinhas) e de 18 de fevereiro de 2008 – todas classificadas como cheias rápidas (*flash floods*, em inglês). Estas marcaram as últimas décadas e foram responsáveis por graves situações de emergência em zonas de elevada densidade populacional, com perdas de vidas e bens materiais. As áreas afetadas pela cheia de 1983 (Figura 1.1), que afetou a bacia hidrográfica da ribeira das Vinhas (BHRV), constituem a base para a definição do nível máximo potencialmente atingido pelas águas neste tipo de ocorrências (CMC, 2015a).



Figura 1.1 Cheias de 1983 na vila de Cascais (Fonte: CMC, 2015p)

A Figura 1.2 mostra o número de ocorrências de cheias por freguesia no período compreendido entre 2000 e 2008 (período anterior à reorganização administrativa das freguesias do concelho) (CMC, 2015a), através da qual é possível constatar que as freguesias de Cascais e de São Domingos de Rana são as que apresentam o maior número de ocorrências durante o período considerado.

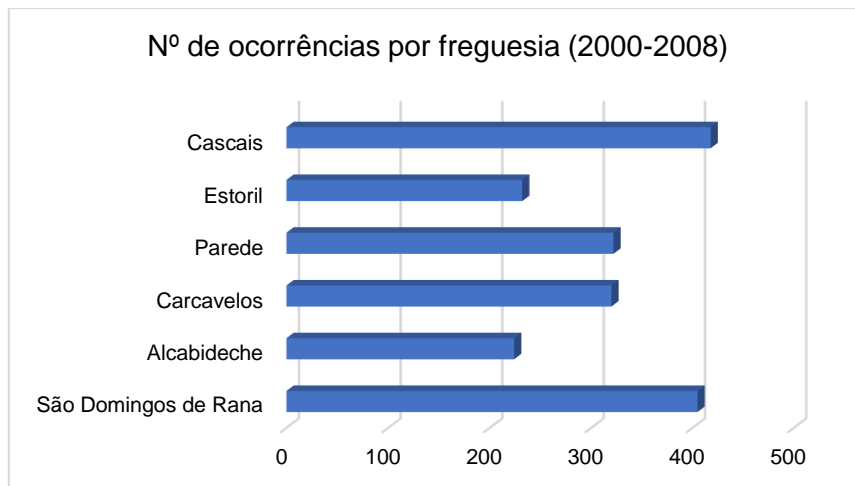


Figura 1.2 Número de ocorrências de cheias por freguesia, no período compreendido entre 2000 e 2008 (Fonte: CMC, 2015a)

A crescente urbanização das bacias hidrográficas, associada às alterações climáticas (AC), vem incrementar a vulnerabilidade das áreas urbanas aos riscos decorrentes do aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos, nomeadamente ao risco de cheia e inundação (Saraiva, 2008; Wamsler *et al.*, 2013; Green *et al.*, 2016)

Neste sentido, o desenvolvimento de uma infraestrutura verde (IFV) como estratégia de adaptação e resiliência tem vindo a ser, cada vez mais, reconhecida a nível mundial (Wamsler *et al.*, 2013), uma vez que constitui um instrumento que permite assegurar múltiplas funções e benefícios num mesmo espaço, através de soluções baseadas na natureza (EEA, 2015). A IFV é utilizada na gestão da água pluvial, ao restaurar as características ambientais naturais dos ecossistemas, como por exemplo o ecossistema urbano, através do restabelecimento e manutenção do ciclo hidrológico (Stovin *et al.*, 2008; Forest Research, 2010), devido às capacidades naturais de retenção e absorção que a vegetação e os solos apresentam. A IFV é atualmente bastante utilizada em muitas cidades dos EUA, Canadá, Alemanha e Nova Zelândia para mitigar as inundações urbanas (Ahiablame *et al.*, 2012).

1.2 Definição do âmbito

A presente dissertação tem como principal objetivo definir uma proposta de uma IFV para a BHRV inserida no limite administrativo de Cascais, por forma a aumentar a resiliência territorial face ao risco de cheia e inundação, através dos serviços providos pelos ecossistemas. A concretização do objetivo assenta na redução da velocidade e quantidade de água escoada superficialmente, sobretudo, perante eventos pluviais extremos, no aumento do tempo de concentração da bacia e na estabilização e controlo da erosão das margens.

Este trabalho pretende ser um documento de apoio ao planeamento de uma IFV no Município de Cascais, no sentido de constituir uma motivação para a mudança de paradigmas na gestão do risco, ao mitigar, principalmente, os fenómenos das cheias e inundações, e na valorização do sistema fluvial. Acresça-se ainda que é maioritariamente descritivo, seguindo uma abordagem qualitativa ao invés de uma abordagem quantitativa. Deste modo, a proposta apresentada pode servir como o ponto de partida para futuros estudos e projetos que têm como cerne uma avaliação numérica do território.

1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos:

1. **Introdução** – Neste capítulo é feito um enquadramento geral da presente dissertação, e da sua problemática central, que conduziu à definição dos objetivos e âmbito preconizados para o seu desenvolvimento. Apresenta-se, sumariamente, uma síntese da organização e dos conteúdos abordados na dissertação.
2. **Urbanização** – Procede-se à revisão da literatura no âmbito da urbanização, estando este capítulo subdividido em 2: um referente ao impacte da impermeabilização dos solos no ciclo hidrológico natural e, consequentemente, no risco de cheia e inundação, e outro onde se apresenta os fundamentos teóricos que exprimem a relação existente entre as alterações climáticas (AC) e o agravamento do risco de cheia e inundação em ambiente urbano. Para finalizar a temática e existir um ponto de ligação com o capítulo seguinte, o segundo subcapítulo termina com a apresentação de estratégias de atuação perante o risco de cheia e inundação, com especial ênfase nas estratégias de adaptação através de soluções baseadas na natureza.
3. **Infraestrutura Verde** – Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica relativamente às bases da ecologia no planeamento urbano e à integração dos espaços verdes para a remodelação das cidades. Revisita a história para entender como o pensamento ecológico veio sendo construído ao longo do tempo até ao conceito de IFV e serviços de ecossistemas. Seguidamente, e como âmbito principal da presente dissertação, relata-se o papel da IFV na gestão da água, e consequentemente na regulação de inundações, apresentando uma série de elementos de IFV como prática sustentável de drenagem urbana. Para finalizar, são apresentados 11 casos de estudo, de âmbito nacional e internacional, que recorreram à paisagem e a outros componentes de uma IFV como instrumentos de gestão da água, de forma a enfatizar o seu papel no restabelecimento e manutenção do ciclo hidrológico.
4. **Instrumentos de Gestão Territorial/ Enquadramento Legal** – São apresentados os princípios orientadores da política nacional e diretivas específicas, no domínio dos recursos hídricos e do planeamento e ordenamento do território, que serviram de base orientadora para a elaboração da proposta da IFV para a AE.
5. **Metodologia** – Neste capítulo é realizada uma descrição da metodologia adotada ao longo do processo de trabalho, sendo descritos, detalhadamente, todos os passos efetuados até à concretização da proposta da IFV. São referidas as ferramentas utilizadas assim como as fontes das informações e dos dados base trabalhados, de forma a que o estudo seja replicável.
6. **Proposta de IFV para a BHRV** – Primeiramente, neste capítulo, é apresentada uma abordagem ao setor pormenor para cada secção de intervenção considerada, principalmente ao longo da rede hidrográfica principal e área adjacente, de forma a restabelecer as condições naturais da paisagem e promover a infiltração da água no solo. Posteriormente, e de acordo com o cruzamento da informação recolhida e analisada nos capítulos anteriores com as propostas de atuação ao setor pormenor desenvolvidas pelo autor da dissertação, é delineado

e apresentado o plano da IFV proposta para a área de estudo (AE). A proposta foi concretizada com base na Estrutura Ecológica Municipal (EEM) e teve em consideração os IGT incidentes na AE.

7. **Conclusões, Limitações e Recomendações** – Por fim, a presente dissertação termina com um capítulo onde é efetuada uma conclusão do trabalho desenvolvido, como também são apresentadas as limitações e algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.

2 Urbanização

O processo de urbanização consiste no aumento da percentagem da população a viver nas cidades e pela extensão geográfica das áreas urbanas. Uma área urbana caracteriza-se por uma considerável percentagem de superfície construída e por uma elevada densidade populacional, e por apresentar uma predominância de atividades industriais e serviços e redes significativas de infraestruturas de transportes. Por oposição, as áreas rurais são aquelas que apresentam uma densidade demográfica relativamente baixa e onde a agricultura é a principal atividade económica (CEMAT, 2011).

De acordo com o relatório *World Urbanization Prospects Revision 2014*, das Nações Unidas, a população urbana mundial tem crescido de forma célere: de 746 milhões em 1950 para 3,9 mil milhões em 2014. Acresça-se ainda que, atualmente, 54% da população mundial vive em áreas urbanas, sendo expectável que esta percentagem atinja 66% em 2050. A população urbana mundial deverá crescer em 2,5 mil milhões de habitantes entre 2014 e 2050, com cerca de 90% do aumento concentrado na Ásia e África. Em 2007, a população urbana excedeu a população rural, mantendo-se a população mundial desde então predominantemente urbana. Atualmente a América do Norte é a região mais urbanizada do mundo, com 82% da população vivendo em áreas urbanas em 2014. Segue-se a América Latina e Caribe, com 80%, e a Europa, com 73%. Contrariamente, África e Ásia são os continentes com zonas predominantemente rurais, com 40% e 48% da população, respetivamente, vivendo em áreas urbanas. Todavia, o processo de urbanização nestes continentes está a proliferar comparativamente a outras regiões e prevê-se que, até 2050, 56% do território africano e 64% do asiático se torne urbano (UN, 2015).

Entretanto, desde 1950 a população rural a nível mundial tem crescido lentamente, sendo expectável um aumento até 2020 e um posterior declínio de 3,1 mil milhões habitantes até 2050. A Índia tem o maior número de população rural com 857 milhões, seguida da China com 635 milhões (UN, 2015).

A evolução da população urbana e rural a nível mundial e europeu, entre 1950 e 2050, é apresentada na Figura 2.1.

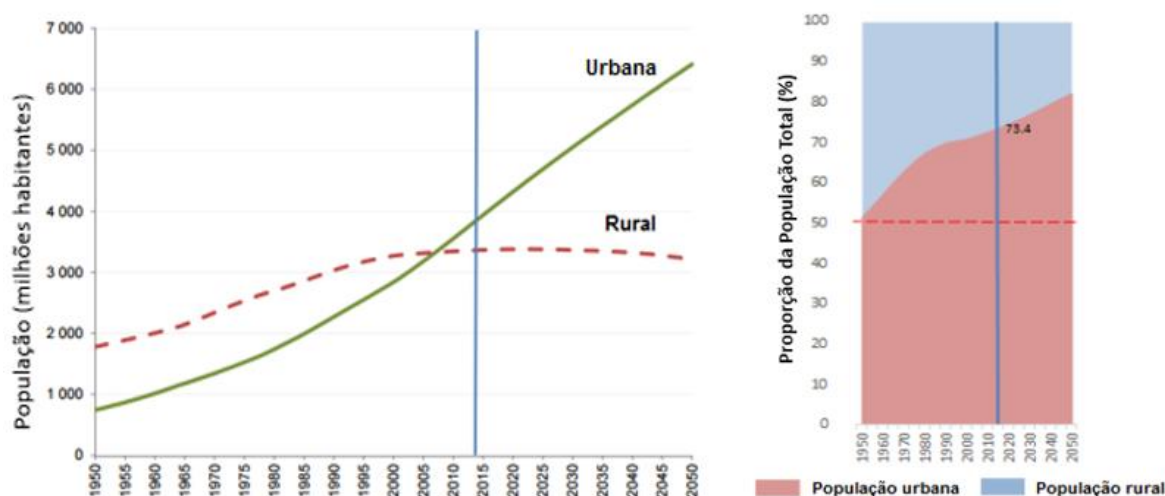


Figura 2.1 Evolução da população urbana e rural a nível mundial (à esquerda) e europeu (à direita), entre 1950 e 2050 (Fonte: Adaptado de UN, 2015).

Em Portugal, como acontece um pouco toda a Europa, com ênfase para a Europa do Sul, tem-se verificado nas últimas décadas uma intensificação do êxodo da população rural para os centros urbanos (UN, 2015). Isto deveu-se ao facto de as urbes oferecerem um conjunto alargado de serviços e equipamentos, apresentarem uma maior e mais diversificada oferta de emprego e possibilitarem o acesso à cultura, educação, justiça, comércio e lazer, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade de vida (Costa, 1993). Foi sobretudo no pós 2ª guerra mundial que o processo de urbanização se intensificou como resultado da industrialização, especialmente nas cidades de Lisboa e do Porto, desenvolvendo-se uma bipolarização no sistema urbano nacional, e tendo, desde então, sido acompanhado pela expansão das cidades e desenvolvimento dos subúrbios (Costa, 1993). Simultaneamente, o processo de urbanização português ocorreu sobretudo na faixa costeira, com a concentração cada vez mais acentuada de pessoas e atividades (Costa 1993; Cavaco *et al.*, 2015) sendo as acessibilidades, o clima, a qualidade de vida e o desenvolvimento de atividades económicas, os principais fatores impulsionadores (Cavaco *et al.*, 2015).

A Figura 2.2 mostra, à esquerda, o comportamento da população urbana e rural em Portugal, entre 1950 e 2050, e, à direita, a comparação dos padrões de evolução entre Portugal, Europa do Sul e a Europa, para o mesmo período.

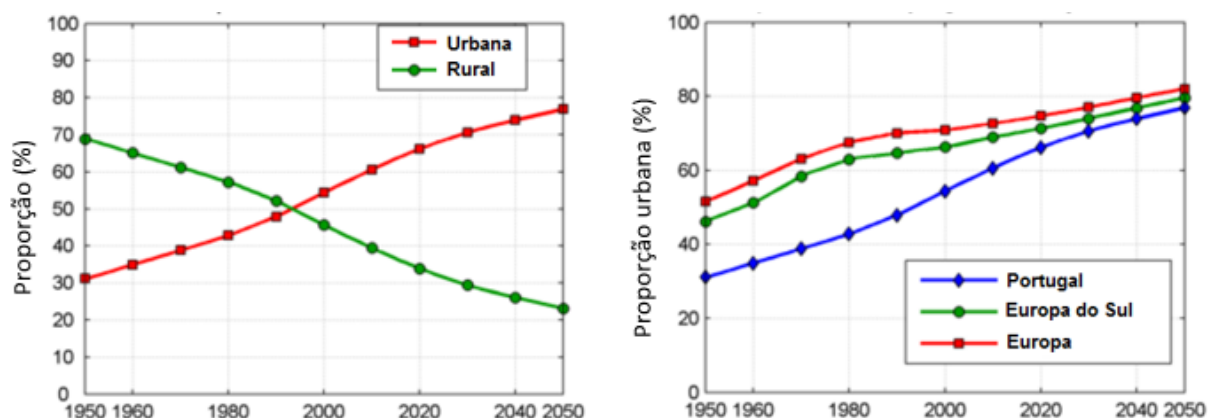


Figura 2.2 À esquerda: proporção da população urbana e rural em Portugal em % da população total, entre 1950 e 2050; à direita: proporções da população urbana em Portugal, na Europa e na Europa do Sul. A população é expressa em percentagem da população entre 1950 e 2050 (Fonte: Adaptado de UN, 2014).

No entanto, o desenvolvimento urbano intensivo e, frequentemente, dissociado de um padrão de qualidade, nomeadamente ambiental, durante o século XIX, proliferou a densificação dos aglomerados urbanos e a deterioração da qualidade ambiental dos mesmos, traduzindo-se em graves problemas para a população (Magalhães, 1992).

2.1 Impacte da impermeabilização do solo no ciclo hidrológico e o risco de cheia e inundação

O aumento da superfície impermeabilizada acompanhado da remoção do coberto vegetal, como resultado do crescimento urbano e das alterações do uso do solo exerce, múltiplas pressões sobre o ciclo hidrológico e nas características naturais do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica (Sanders, 1986; Brun e Band, 2000; Shuster *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2014a). Segundo Leopold (1968)

existem quatro efeitos inter-relacionados, porém separáveis, na hidrologia de uma área provocados pela urbanização crescente: alterações nas características do caudal de ponta, no escoamento total, na qualidade da água e na amenidade hidrológica.

Neste sentido, o ciclo hidrológico urbano é muito distinto do natural, com impacto na intensidade dos fluxos de transporte das variadas componentes do balanço hidrológico, principalmente na relação entre a infiltração e o escoamento superficial. Esta relação entre as componentes do ciclo hidrológico varia em função do grau de impermeabilização do solo (Figura 2.3), passando a existir uma maior percentagem de água que flui à superfície quanto maior for a área impermeabilizada, o que torna a componente subterrânea do ciclo menos relevante nestas condições. Verifica-se, portanto, que em áreas com um elevado grau de impermeabilização, o escoamento superficial é o fenómeno dominante, sendo a infiltração diminuta (Sanders, 1986; Brun e Band, 2000; Shuster *et al.*, 2005).

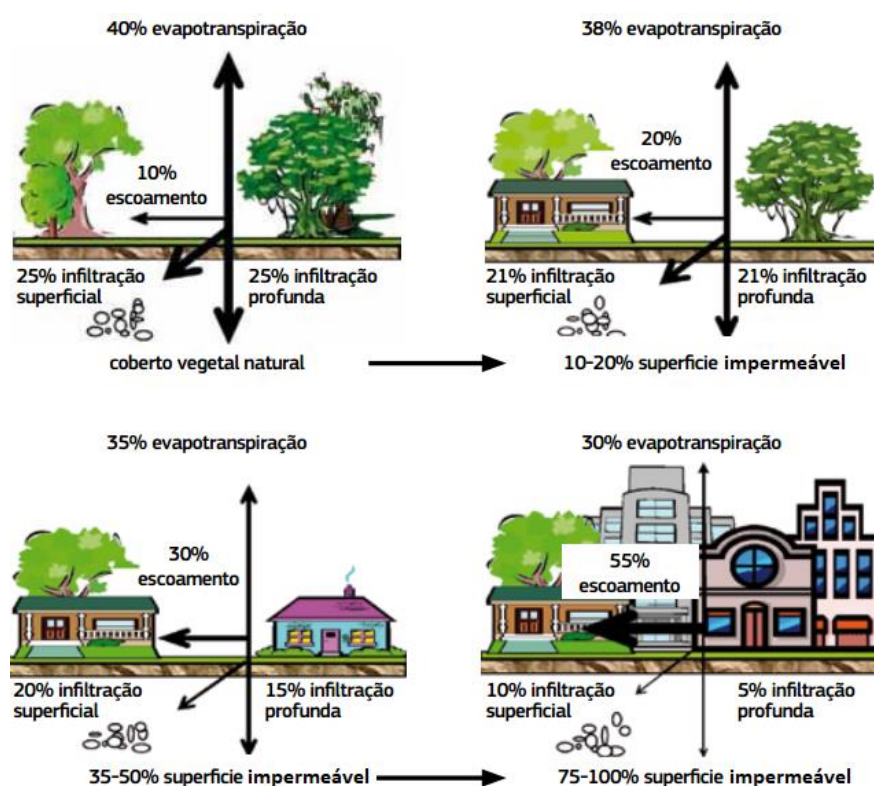


Figura 2.3 Impacte da variação do grau de impermeabilização do solo nas componentes do ciclo hidrológico (Fonte: Adaptado de Ruby, 2005)

O grau de impermeabilização a partir do qual se começam a observar alterações na hidrologia local varia com a literatura, não existindo ainda um consenso relativamente ao seu valor mínimo. De acordo com Jacobson (2011), isto deve-se ao facto de a localização das áreas impermeabilizadas não ser por vezes considerada, ignorando, desta forma, dois fatores considerados determinantes em diversos estudos: a proximidade da linha de água principal e a sua conectividade com as restantes áreas. Para Yang *et al.* (2010) referido em Gaspar (2013), o índice de impermeabilização do solo a partir do qual se observam efeitos significativos da urbanização está compreendido entre 3% e 5%, enquanto para Jackson (1997) referido em Gaspar (2013), o nível mínimo é de 10%. Entretanto, Brun e Band (2000) sugerem um valor ainda maior, indicando 20% como sendo a percentagem mínima de

impermeabilização para que se observem impactos consideráveis na hidrologia de uma determinada região.

O processo de urbanização também conduz ao aparecimento de novas componentes, tornando, assim, o ciclo hidrológico urbano mais complexo. A alteração do ciclo hidrológico resulta num aumento significativo do escoamento superficial das águas pluviais. A Figura 2.4, na qual se representa esquematicamente os processos fundamentais do ciclo hidrológico, mostra as principais alterações que ocorrem no ciclo, inclusive o aparecimento das novas componentes, as quais surgem por forma a colmatar algumas das necessidades básicas da população, como o abastecimento de água e recolha de águas residuais.

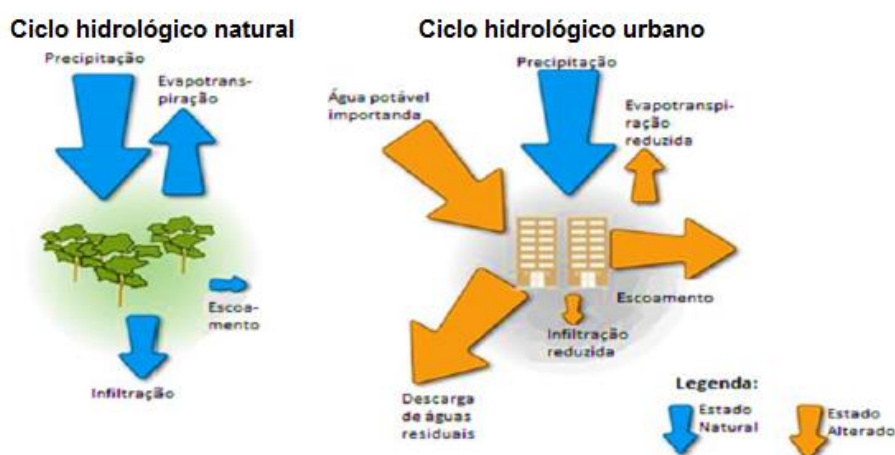


Figura 2.4 Ciclo hidrológico natural e urbano (Fonte: Adaptado de Sustainable sanitation and water management, 2017)

A água pluvial flui para sistemas de drenagem que não acompanharam as exigências do desenvolvimento urbano e, portanto, podem não ser capazes de lidar com grandes volumes de água, potenciando, desta forma, o aumento da magnitude e frequência de inundações, através do aumento da velocidade e do volume do escoamento superficial (Leopold, 1968; Sanders, 1986; Brun e Band, 2000).

Assim, o escoamento superficial da água numa área com um elevado grau de impermeabilização difere do padrão de escoamento numa área pré-urbanizada: em superfícies altamente impermeáveis, o escoamento é mais elevado e rápido, sendo curto o tempo necessário para o caudal de ponta ser atingido; contrariamente, em áreas completa ou parcialmente cobertas por superfícies permeáveis, há uma redução significativa do escoamento e o caudal de ponta é atingido mais tarde, contribuindo, desta forma, para minimizar o risco de inundação (Woods-Ballard *et al.*, 2007; Liu *et al.*, 2014a; Hoffmann *et al.*, 2015). Os padrões hidrológicos do escoamento superficial antes e após a urbanização bem como o tempo necessário para atingir o caudal de ponta em cada uma das situações são mostrados na Figura 2.5.

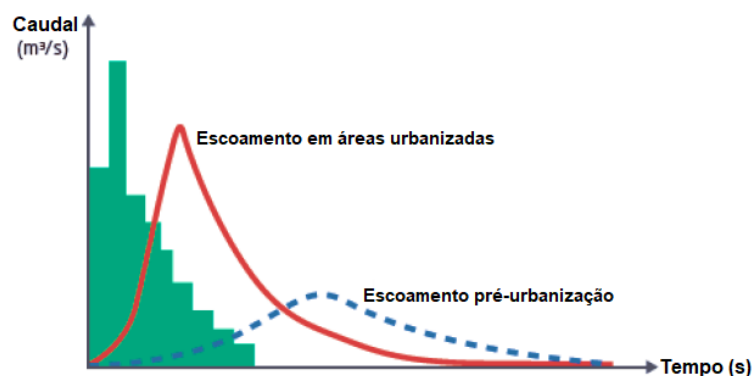


Figura 2.5 Hidrograma de cheia pré (azul) e após (vermelho) urbanização (Fonte: Adaptado de Hoffmann *et al.*, 2015)

Para além da elevada percentagem de impermeabilização, da incapacidade e abordagens convencionais dos sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais, existem outros fatores que potenciam o risco de inundação urbana (EC, 2013a): a localização dos aglomerados urbanos na planície de inundação, a manutenção inadequada dos canais de drenagem para eliminar detritos e resíduos sólidos e a descarga inadequada de água em excesso nos sistemas urbanos de drenagem de água, especialmente em áreas de deltas de rios.

2.1.1 Cheia *versus* Inundação

As cheias e inundações são fenómenos naturais com enorme poder destrutivo que ocorrem, muitas vezes, de forma rápida e por vezes inesperada. Os conceitos de cheia e inundação são muitas vezes empregues erradamente como sinónimos (Saraiva e Carvalho, 2009; Ramos, 2013). No entanto, é importante que se proceda a uma distinção entre os dois conceitos, uma vez que todas as cheias provocam inundações, mas nem todas as inundações são consequência de cheias (Ramos, 2013). Do ponto de vista estritamente hidrológico, uma situação de cheia acontece sempre que a precipitação dá origem à ocorrência de escoamento superficial direto (Lencastre e Franco, 2010), ou seja, quando há um aumento do caudal e, por conseguinte, ocorre extravase do leito e inundação das margens. Na linguagem corrente e no senso comum, a noção de cheia de um rio está associada à inundação dos terrenos marginais e à ocorrência de danos físicos e prejuízos materiais (Lencastre e Franco, 2010). Segundo Ramos (2013), o conceito de cheia foi proposto por Chow, em 1956, e refere-se a um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos. Uma inundação corresponde a um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que implica a submersão de uma área usualmente emersa (Ramos, 2013). Na Diretiva 2007/60/CE de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, a definição de inundação apresentada é a seguinte *“cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água. Inclui as cheias ocasionadas pelos rios, pelas torrentes de montanha e pelos cursos de água efémeros mediterrânicos, e as inundações ocasionadas pelo mar nas zonas costeiras, e pode excluir as inundações com origem em redes de esgotos”*.

Enquanto a principal causa das cheias é a precipitação intensa, as cheias são a principal causa das inundações (Rocha, 1998). Porém, para Ramos (2009) referido em Ramos (2013) as inundações devem-se a várias causas e, de acordo com estas, podem ser divididas em vários tipos, nomeadamente, inundações fluviais ou cheias, inundações de depressões topográficas, inundações costeiras e inundações urbanas.

Em Portugal, as inundações devem-se principalmente a cheias lentas dos grandes rios, a cheias rápidas dos rios e ribeiras de pequenas e médias bacias hidrográficas, à subida das águas subterrâneas em locais topograficamente deprimidos, a inundações devidas à sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais nos meios urbanos e a inundações costeiras devidas a galgamentos oceânicos (Ramos, 2013).

As cheias lentas dos grandes rios, normalmente conhecidas como “cheias progressivas”, resultam de longos períodos chuvosos que podem durar vários dias ou semanas e provocam a inundação de uma vasta área. Estas cheias não constituem, geralmente, um perigo para a população (Ramos e Reis, 2001), uma vez que, em países com um sistema de alerta eficaz, existe tempo para retirar pessoas e animais das áreas de inundação conhecidas (Costa, 1986 referido em Saraiva e Carvalho, 2009). Contrariamente, as cheias rápidas são perigosas e mortíferas, tais como as que ocorreram em 1967 e 1983 na região de Lisboa-Cascais, e em 1997 no Alentejo e Algarve, afetam as pequenas bacias de drenagem e são causadas por chuvadas fortes e concentradas. Formam-se ao fim de curtos períodos chuvosos (algumas horas ou minutos) de grande intensidade (Ramos e Reis, 2001). Este fenómeno é caracterizado por uma rápida subida do nível da água e grandes velocidades de escoamento, sendo, por isso, um acontecimento de difícil previsão e que pode causar graves danos. Do mesmo modo, as inundações urbanas em situações extremas podem originar perdas humanas, aquando da ocorrência de situações de grandes volumes de água num curto espaço de tempo e às dificuldades de escoamento da água (Costa, 1986 referido em Saraiva e Carvalho, 2009).

Existem cinco grupos de fatores que podem desencadear cheias e inundações: os climáticos, os marinhos, os geomorfológicos e os hidrogeológicos (Saraiva e Carvalho, 2009), sendo os climáticos o principal fator desencadeante deste fenómeno em Portugal (Ramos, 2013). A ocorrência de inundações em Portugal é influenciada pela sazonalidade das cheias, verificando-se que a maioria das inundações ocorre maioritariamente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, ocorrendo apenas uma reduzida percentagem no semestre seco (Rocha, 1993 referido em Rocha, 1998).

Entre 1960 e 2010, as cheias e inundações foram a catástrofe natural mais frequente no território português, correspondendo a 35% do total das catástrofes ocorridas (Figura 2.6). Adicionalmente, constituíram a segunda catástrofe mais mortífera e a segunda que atingiu um maior número de pessoas (Ramos, 2013).

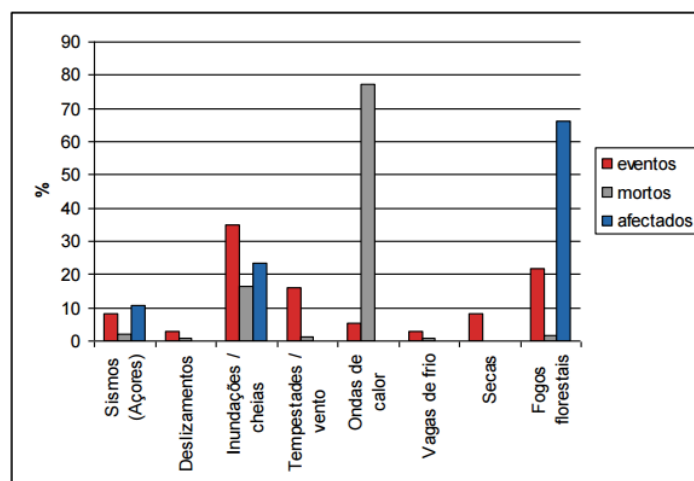


Figura 2.6 Catástrofes naturais ocorridas em Portugal, entre 1960 e 2010 (Fonte: Ramos, 2013)

Em termos de perdas económicas, as cheias e inundações juntamente com as tempestades são os perigos naturais mais significativos na Europa. Este tipo de desastre natural pode resultar em perdas de vida, pode provocar danos a infraestruturas residenciais e comerciais e, ainda, pode incrementar o risco de poluição da água e, conseqüentemente, a propagação de doenças (EC, 2013a).

A natureza do impacto das inundações está dependente da vulnerabilidade de uma determinada região, sendo aquela influenciada pelas características socioeconómicas e demográficas e pelo tipo de inundação (EC, 2013a).

Na Tabela 2.1 enumeram-se algumas ocorrências de cheias com maior magnitude e que ocorreram em Portugal continental, abrangendo as grandes e pequenas bacias hidrográficas.

Inversamente a outros perigos de origem meteorológica, como ondas de calor, por exemplo, as cheias e inundações apenas afetam zonas específicas do território, sendo estas denominadas por áreas inundáveis. Neste sentido, é fundamental defini-las e cartografá-las, utilizando uma terminologia comum a todos os agentes envolvidos nas questões inerentes ao risco de cheia e inundação (Ramos, 2013).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro que estabelece o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (RJREN), entende-se por “zonas ameaçadas pelas cheias” (ZAC) ou “zonas inundáveis” “as áreas suscetíveis de inundação por transbordo de água do leito dos cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados”. O mesmo documento legislativo assevera que a delimitação das ZAC é feita com recurso a modelação hidrológica e hidráulica que permita o cálculo das áreas inundáveis com período de retorno de 100 anos da observação de marcas ou registos de eventos históricos e de dados cartográficos e de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos. Na delimitação destas zonas podem ser considerados períodos de retorno mais baixos.

No entanto, e apesar da demarcação da Reserva Ecológica Nacional (REN) nos Planos Diretores Municipais (PDM's) ter, na sua maioria, incluído os leitos dos cursos de água e as ZAC, é necessário reforçar a sua atualização e procederem à elaboração da cartografia de zonas inundáveis, abrangendo

os perímetros urbanos, sendo este um contributo bastante importante para a correta atuação das autoridades face a situações de emergência (Saraiva e Carvalho, 2009).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro as cartas de zonas inundáveis para áreas de risco cobrem as zonas geográficas suscetíveis de serem inundadas. Acresça-se ainda o facto de as cartas das zonas inundáveis serem uma ferramenta indispensável no processo de demarcação da REN. O Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de novembro estabelece a obrigatoriedade de elaboração de uma carta de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias, que integrará os planos municipais de ordenamento do território (PMOT's).

Tabela 2.1 Cronologia das grandes cheias ocorridas em Portugal continental (Fonte: APA, 2016b)

Ano Hidrológico	Localização
1909/10	Rios Lima e Douro
1947/48	Rio Douro, Mondego e Tejo
1949/50	Rio Sado
1954/55	Rio Tejo
1961/62	Rios Mondego e Douro
1962/63	Rio Sado
1965/66	Rios Douro e Mondego
1967/68	Rio Tejo e área metropolitana de Lisboa
1968/69	Rio Mondego
1977/78	Rios Douro e Tejo e Arade
1978/79	Rios Minho, Ave, Douro, Tejo e Guadiana
1981/82	Rio Tejo e área metropolitana de Lisboa
1983/84	Rio Sado e área metropolitana de Lisboa
1987/88	Rio Lima
1989/90	Rios Douro, Lis, Tejo e Gilão
1995/96	Rios Douro, Mondego, Tejo e Guadiana
1997/98	Baixo Alentejo e serra algarvia
2000/01	Rios Tejo, Mondego e Douro
2006/07	Rios Mondego e Tejo
2007/08	Área metropolitana de Lisboa

2.2 As alterações climáticas em ambiente urbano e o agravamento do risco de cheia e inundação

As AC constituem, atualmente, um dos maiores desafios ambientais à escala global, com forte impacto nos sistemas sociais, económicos e naturais, os quais têm sido estudados e avaliados por vários autores, a nível internacional, como é o caso do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, sigla em inglês) que, desde 1990, concebe um conjunto de relatórios, nos quais são

apresentadas as informações relevantes e propostas as estratégias de mitigação e adaptação para minimizar os efeitos e tornar os vários sistemas territoriais mais resilientes. Os diversos relatórios do IPPC confirmam o aumento da temperatura média global como consequência da influência humana sobre o sistema climático, nomeadamente com o aumento da concentração de gases com efeito de estufa (GEE) impulsionada em grande parte pelo crescimento económico e populacional. As projeções feitas pelo IPCC relativamente ao comportamento das emissões de GEE variam com os vários cenários de emissão e estão, por isso, dependentes do desenvolvimento socioeconómico e das políticas ambientais e práticas de gestão adotadas.

O aquecimento do sistema climático pode ser considerado inequívoco, uma vez que a temperatura média global tem vindo a aumentar gradualmente desde o final do século XIX, sendo a primeira década do século XXI a mais quente registada. Este aquecimento do clima manifesta-se através de alterações nas temperaturas do ar, como referido, e dos oceanos, na fusão da neve e do gelo e na subida do nível médio da água do mar. Desde 1950 que têm vindo a ser observados um maior número de dias quentes e de noites tropicais bem como uma maior frequência de ondas de calor, contrariamente aos extremos de temperaturas baixas, como vagas de frio, por exemplo, que se tornaram menos frequentes, em várias regiões do mundo. Como consequência do aumento da temperatura, o nível global médio do mar subiu cerca de 0,19 metros, entre 1901 e 2010, estando este aumento intrinsecamente relacionado com três processos: a expansão térmica dos oceanos, degelo dos glaciares e das zonas montanhosas e degelo das massas da Gronelândia e do Antártico. Concomitantemente, várias alterações nos regimes de precipitação foram ocorrendo ao longo dos últimos tempos, com aumentos significativos na ocorrência de eventos pluviais intensos e extremos (IPCC, 2014a).

De acordo com o relatório *"Climate Change 2014 Synthesis Report"* do IPCC, perspetiva-se que a temperatura média global continuará a aumentar ao longo do século XXI para qualquer cenário climático de projeção, bem como a frequência, intensidade e duração das vagas de calor. As previsões apontam que em 2100, relativamente às temperaturas de 1850-1900, é expectável um aumento de 0,9 a 2,3°C para o cenário RCP2.6 – que corresponde a um cenário de baixas emissões e de mitigação –, e um aumento de 3,2 a 5,4°C para o cenário RCP8.5 - um cenário que prevê elevadas emissões. Relativamente ao padrão da precipitação, as alterações induzidas pelas AC não serão uniformes em todas as regiões do globo, sendo expectável um aumento significativo na magnitude e frequência de eventos pluviais extremos em determinadas regiões, como é o caso das zonas de latitude média e tropicais húmidas. Para além disso, antecipa-se que tanto a temperatura como a acidez do oceano continuarão a aumentar, assim como o nível médio global do mar que tenderá a subir nas próximas décadas (IPCC, 2014a).

A Figura 2.7, do 2º Grupo de Trabalho do IPCC, exhibe a variação, a nível global, da temperatura média para os cenários RCP2.6 e RCP8.5, à esquerda, bem como os riscos adicionais associados às AC provocadas pelo aumento da temperatura para diferentes sistemas e eventos, à direita. Em termos de riscos adicionais devido às AC torna-se imperativo salientar que (IPCC, 2014b).

- Para os sistemas únicos e ameaçados (nos quais se incluem os ecossistemas e as culturas que atualmente se encontram ameaçados no atual estado do clima) o risco é alto a partir de

1°C e muito alto a partir de 2°C, em particular para espécies com uma capacidade de adaptação reduzida;

- Os eventos climáticos extremos, como as ondas de calor, precipitação extrema, tempestades e secas, são moderados no atual clima, no entanto, com um acréscimo de temperatura, a partir de 1°C, o risco passa a ser alto.

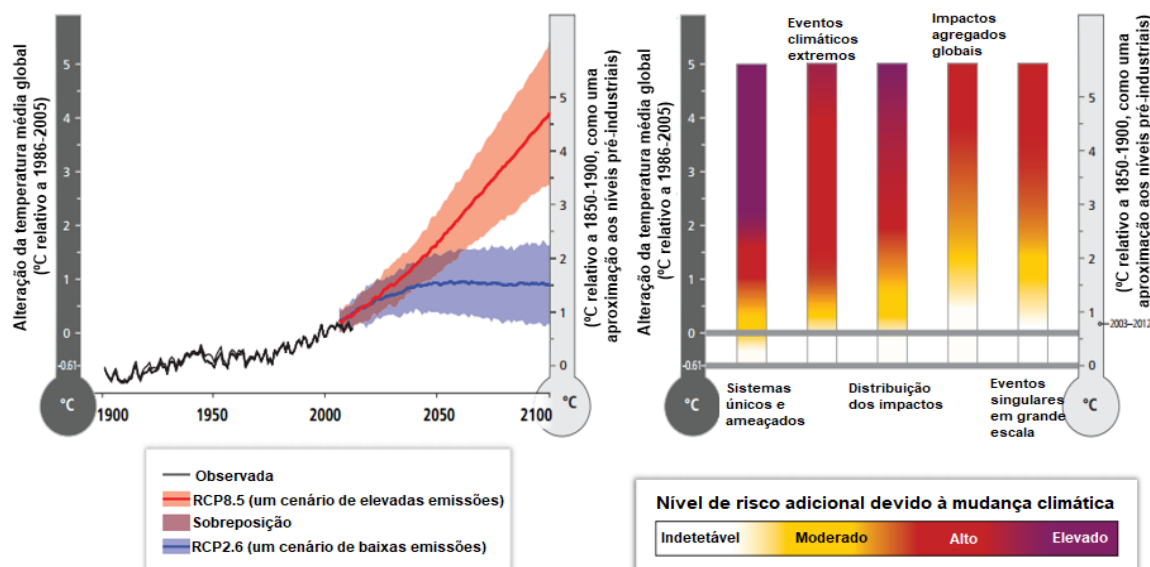


Figura 2.7 Variação de temperatura global média para os cenários RCP2.6 e RCP 8.5 (à esquerda); nível de risco adicional em função da mudança de temperatura média global para diferentes sistemas e eventos (à direita). (Fonte: Adaptado de IPCC, 2014b).

Para a Europa, os modelos climáticos apontam para um aumento da temperatura para o Sul e Nordeste e um decréscimo para as regiões do Noroeste, e prevê-se um aumento do nível do mar que varia para cada um dos cenários de projeção. Relativamente aos regimes de precipitação no clima futuro, perspectiva-se um decréscimo da precipitação para a Europa do Sul e um aumento para a Europa do Norte. Haverá um aumento acentuado na magnitude de eventos extremos, nomeadamente, no aumento de dias consecutivos de temperaturas elevadas, secas (mais intensas e duradouras, principalmente no sul da Europa) e picos de precipitação intensa (Kovats *et al.*, 2010).

De acordo com a EEA (2016a) para a região Mediterrânica, os principais impactes e efeitos expectáveis das AC são:

- Diminuição da precipitação anual;
- Diminuição do caudal anual dos rios;
- Aumento do número de incêndios florestais;
- Diminuição da produtividade agrícola;
- Aumento das necessidades de água na agricultura;
- Diminuição da produção de energia hídrica;
- Aumento da mortalidade provocada por vagas de calor;
- Aumento do número de vetores de transmissão de doenças;
- Diminuição do turismo no verão;
- Risco acrescido de desertificação;
- Risco acrescido de perda de biodiversidade.

Assim, constata-se que em Portugal irá haver uma tendência do aumento da temperatura média à superfície, da diminuição da precipitação anual, do aumento da frequência e intensidade dos fenómenos climáticos e meteorológicos extremos, e ainda do aumento do nível do mar (EEA, 2016a).

As cidades são particularmente vulneráveis às AC devido ao rápido desenvolvimento urbano mundial que se tem vindo a acompanhar nos últimos tempos, traduzindo-se num maior número de população que estará exposta aos impactes diretos das AC nas áreas urbanas. Os efeitos das AC nestas áreas intensificam-se com as características e localização inerentes às mesmas, bem como com os processos antrópicos que se desenvolvem no território, os quais contribuem para alterar a composição da atmosfera e para incrementar os fatores de vulnerabilidade (Alcoforado *et al.*, 2009; Revi *et al.*, 2014). Segundo o IPCC (2014b), com um nível médio de confiança, muitos dos riscos globais das AC estão concentrados nas zonas urbanas, como por exemplo, o *stress* térmico – com o agravamento do fenómeno de ilha de calor urbano -, os eventos pluviais extremos e intensos, as inundações interiores

costeiras, os deslizamentos de terra, a poluição do ar, a seca e a escassez de água, com significativos impactos na economia, nas comunidades, bens e ecossistemas (IPCC, 2014b).

Na Figura 2.8 estão representados, esquematicamente, os principais fatores de risco nas áreas urbanas bem como os seus impactos potenciais.

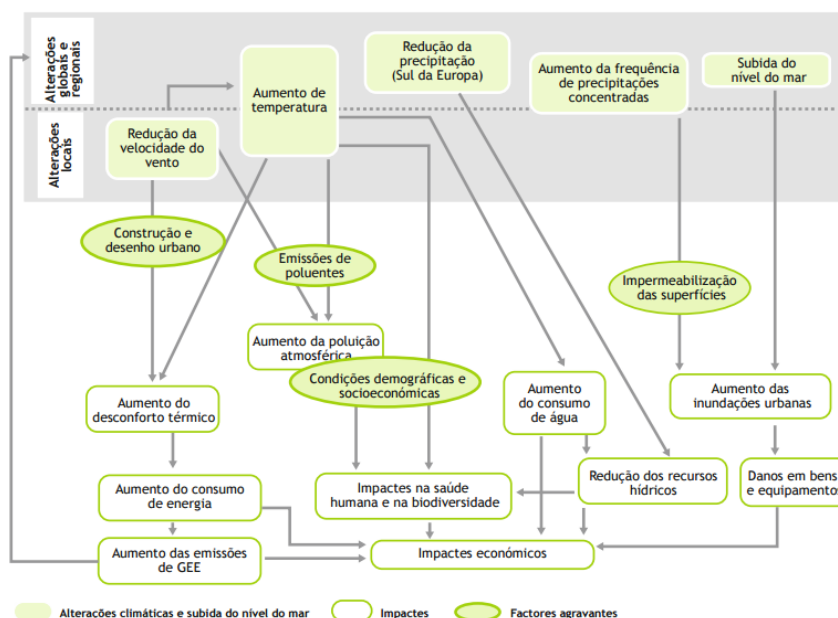


Figura 2.8 Representação esquemática dos principais fatores de risco nas áreas urbanas e os seus impactos potenciais (Fonte: Alcoforado *et al.*, 2009)

Como referido em 2.1, as áreas urbanas apresentam risco de inundação aquando da ocorrência de eventos pluviais devido ao maior grau de impermeabilização do solo, em contraste com as áreas onde a percentagem de impermeabilização é reduzida. A urbanização associada às AC, nomeadamente com o incremento da magnitude e frequência de fenómenos climáticos extremos como precipitações intensas e concentradas e com o aumento do nível do mar, contribui significativamente para o aumento de inundações urbanas, com um efeito devastador nas sociedades, na economia e no ambiente (Revi *et al.*, 2014). A dinâmica da precipitação poderá ter influência direta na alteração dos padrões de inundações de origem fluvial, intrinsecamente associada à variação dos regimes do caudal dos cursos de água, sendo que em determinadas regiões as inundações de origem fluvial poderão resultar do degelo em zonas montanhosas continentais (Costa, 2013).

As projeções relativamente à dinâmica fluvial mostram que é esperado que as AC aumentem a probabilidade e a intensidade do risco de inundação de origem fluvial em várias regiões da Europa. Alguns cenários indicam que até 2080 serão afetadas entre 250 000 e 400 000 pessoas por ano na Europa devido a inundações de origem fluvial, a maioria das quais nas cidades (EC, 2013a).

O risco de inundação urbana é tanto maior quanto maior for a densidade populacional e de edificado e menor a densidade de áreas verdes e azuis, que permitem um aumento da capacidade de infiltração dos solos e da evapotranspiração (Borrego *et al.*, 2014).

Neste sentido, torna-se imperativo estudar e compreender a evolução dos padrões dos vários parâmetros climáticos, bem como todos os riscos associados, nomeadamente, o risco de inundação urbana – foco principal da presente dissertação -, e, posteriormente, incorporar as opções de gestão do risco no planeamento territorial local e regional, de forma a contribuir para o aumento da resiliência dos sistemas sociais, económicos e naturais a esses mesmos efeitos, a longo prazo. Acresça-se ainda a necessidade de integração da componente natural no ambiente urbano como forma de promoção da integridade ecológica urbana e da permeabilização do solo e do desenvolvimento de estratégias locais e regionais de adaptação e mitigação às AC.

2.2.1 Estratégias de adaptação

Perante o risco associado às AC é possível atuar através de dois tipos de estratégias de ação com implicações para as gerações futuras, para a economia e para o ambiente: a mitigação e a adaptação (Field *et al.*, 2014).

A mitigação é definida como uma intervenção humana para limitar as fontes e emissão de GEE e aumentar os “sumidouros” potenciais para aqueles gases, ou seja, assenta num princípio base, a “estabilização” da concentração de GEE na atmosfera, a que está associada uma meta de referência (Alcoforado *et al.*, 2009).

A adaptação consiste num ajuste dos sistemas naturais e humanos, como resposta aos estímulos climáticos observados ou projetados e seus efeitos, procurando, desta forma, moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas, com o objetivo de aumentar a resiliência desses sistemas (Field *et al.*, 2014).

A mitigação e a adaptação são respostas complementares que estão cada vez mais intimamente relacionadas, ou seja, algumas das estratégias de adaptação podem e devem ser desenvolvidas em conjunto com as estratégias de mitigação.

Tanto as medidas de adaptação como as de mitigação têm uma fatura associada (Alcoforado *et al.*, 2009):

- Os custos associados à mitigação são proporcionais à ambição da meta e aos prazos definidos, que por sua vez implicam profundidade e rapidez nas mudanças, e radicados numa variável, o custo do carbono (Figura 2.9);

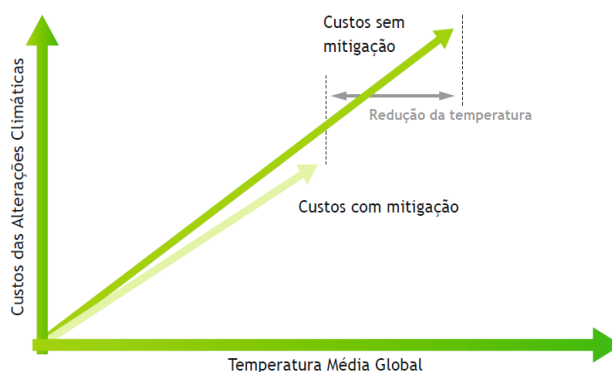


Figura 2.9 Relação entre os custos de mitigação e os efeitos das alterações climáticas (Fonte: Alcoforado *et al.*, 2009)

- A adaptação tem um custo associado, mas os estudos económicos revelam que, à medida que as manifestações das AC se agravam, ao longo do tempo, os custos resultantes da inércia na execução de medidas de adaptação superam, em grande parte, os custos quando as referidas medidas são tomadas, o que permite esperar benefícios líquidos a médio/longo prazo (Figura 2.10). Para além das oportunidades de desenvolvimento económico esperadas pelas medidas de adaptação, estas têm um impacto positivo na sustentabilidade territorial e qualidade de vida das comunidades.

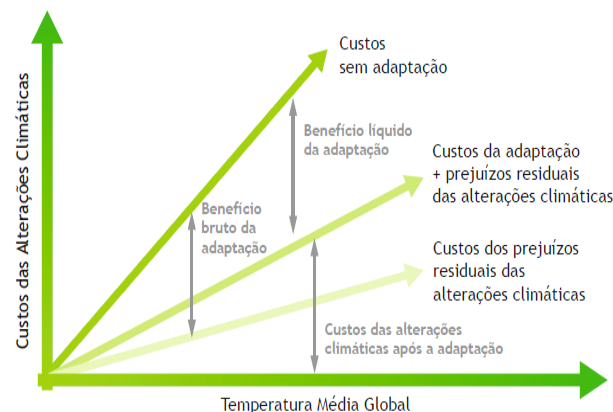


Figura 2.10 Relação entre os custos de adaptação e os efeitos das alterações climáticas (Fonte: Alcoforado *et al.*, 2009)

Embora reconhecendo a importância e a necessidade de integrar estratégias de mitigação e de adaptação, este capítulo foca-se particularmente na adaptação. Segundo o relatório da EEA intitulado “*Urban adaptation to climate change in Europe 2016: Transforming cities in a changing climate*”, a adaptação ter diferentes abordagens (EEA, 2016a):

- 1) **Abordagem coping:** é uma forma de abordagem que consiste em lidar com as consequências dos desastres e mudanças, numa perspetiva de acomodação;
- 2) **Abordagem incremental:** consiste em estender e/ou adicionar ações com vista a melhorar progressivamente as medidas convencionais existentes, as quais são normalmente tomadas para reduzir as perdas, ou melhorar os benefícios, da dinâmica climática e de eventos climáticos extremos. A adaptação incremental é menos radical do que a transformacional, apresentada a seguir.
- 3) **Abordagem transformacional:** consiste em transformar a maneira de abordar os desafios e impactos impostos pela alteração do sistema climático, através do desenvolvimento de medidas comportamentais e de soluções diferentes e inovadoras, que visam contribuir para a construção de uma cidade sustentável e resiliente. Este tipo de medidas tem em vista os resultados a longo prazo. A adaptação transformacional pode ser positiva, em termos de maiores ganhos, ou negativa, em termos de perdas ou por se atingir os limites possíveis de adaptação.

A Figura 2.11 apresenta as diferentes abordagens de adaptação e o padrão comportamental dos benefícios ao longo do tempo em cada uma delas, em resposta aos desafios impostos pelas AC: (1) a abordagem *coping* apenas traz benefícios a curto prazo, os quais se reduzem a zero aquando da ocorrência de um novo desastre e implicando custos elevados ao longo de tempo; (2) a abordagem

incremental funciona eficazmente até determinado nível de risco, providenciando benefícios mais estáveis ao longo do tempo. No entanto, para níveis de risco mais elevados torna-se imperativo o desenvolvimento de medidas adicionais; (3) por fim, a abordagem transformacional precisa de algum tempo e esforços iniciais, mas beneficiaria com a proliferação de benefícios ao longo de tempo (EEA, 2016a).

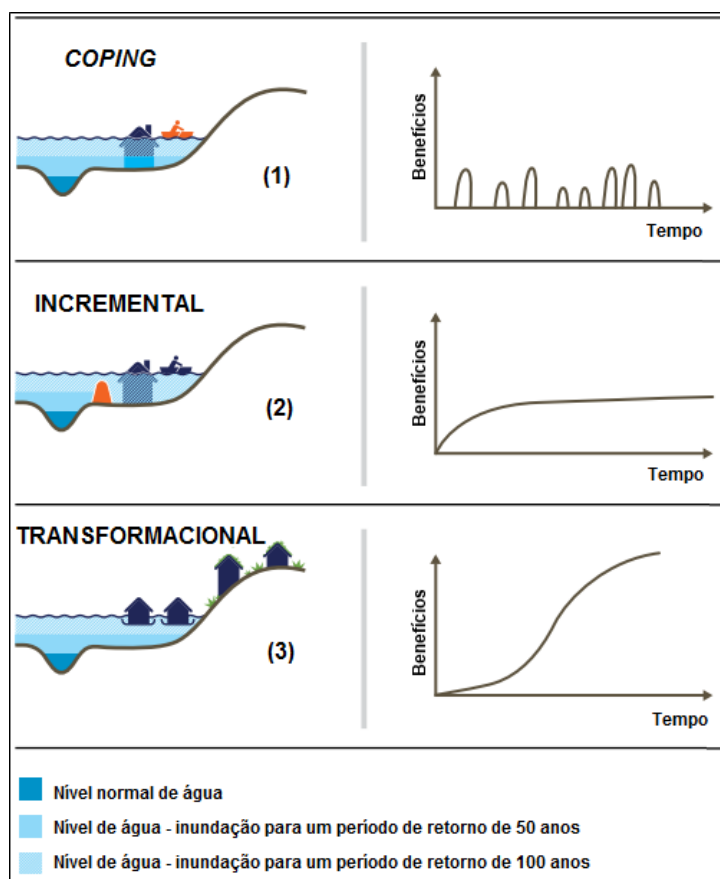


Figura 2.11 Exemplos de diferentes abordagens de adaptação e os benefícios complementares, ao longo do tempo, para diferentes níveis de água devido a inundações (Fonte: Adaptado de EEA, 2016a)

A Tabela 2.2 apresenta alguns exemplos de medidas de adaptação a um dos desafios impostos pelas AC – inundações como consequência do aumento das precipitações intensas e do número e intensidade de cheias -, segundo as abordagens incremental e transformacional.

A implementação de medidas de adaptação contribui para a resiliência e fornece oportunidades adicionais para a sustentabilidade e para o desenvolvimento das comunidades. No relatório *“Adaptation Strategies for European Cities”* da EC (2013a) são apresentadas e analisadas estratégias e medidas de adaptação que se encontram em ação em diversas cidades europeias. As medidas de adaptação apresentadas focam-se, sobretudo, em três áreas principais: o reforço da investigação e o aumento do conhecimento; a consciencialização e o envolvimento da população; e o planeamento urbano. No que respeita a este último, verifica-se uma crescente importância na proteção, melhoria e expansão das infraestruturas verdes devido ao seu enorme potencial para a minimização de vários riscos.

Tabela 2.2 Exemplos de medidas de adaptação às AC, segundo as abordagens incremental e transformacional (Fonte: Adaptado de Alcoforado *et al.*, 2009; EC, 2013a; EEA, 2016a)

Desafio	Abordagem incremental	Abordagem transformacional
Inundações (Aumento das precipitações intensas e do número e intensidade de cheias e inundações)	<p>Construir diques e comportas; Reforçar diques existentes; Bombear água para fora; Criar comportas (<i>floodgates</i>) em edifícios; Melhorar o sistema de escoamento de águas pluviais e de drenagem de águas residuais; Planos de gestão de água; Campanhas de educação e alerta da população.</p>	<p>Áreas verdes públicas, agricultura e jardinagem urbana Criar espaços e sistemas de retenção e armazenamento de água; Reduzir a impermeabilização do solo para incrementar a drenagem natural; Sobrelevação de infraestruturas; Criar infraestruturas que possam ser inundadas temporariamente sem danos, tais como pisos térreos e caves; Criar edifícios e infraestruturas flutuantes; Renaturalizar os rios para melhorar a retenção de água; Proibir a construção ou remover infraestruturas existentes em leitos de cheia; Definir áreas de proteção contra cheias e inundações.</p>

Como referido, a adaptação às AC pode ser alcançada de diferentes maneiras. Todavia, para além das recomendações usuais de investimento em infraestruturas para aumentar a resiliência das cidades às AC, o último relatório do IPCC apresenta uma alternativa que utiliza a biodiversidade e os serviços de ecossistemas como parte integrante de uma estratégia de adaptação para ajudar as cidades e as comunidades a adaptarem-se aos efeitos adversos das AC: adaptação baseada nos ecossistemas (*ecosystem based assessment*, em inglês).

A EBA é implementada através da gestão sustentável dos recursos naturais e da conservação e restauro dos ecossistemas, de forma a salvaguardar os serviços prestados pelos mesmos, os quais não só permitem a adaptação à variabilidade e alteração climática como também providenciam benefícios socioeconómicos e ambientais. Essas soluções naturais baseadas nos ecossistemas, para além de gerarem benefícios, são, muitas vezes, mais eficientes e sustentáveis em termos de custos do que as medidas de engenharia convencional ou “pesada”, podendo ou não ser combinadas com estas ou com outras abordagens tecnológicas. Como exemplo de uma abordagem de adaptação baseada

nos ecossistemas pode-se aferir a gestão sustentável da água, onde as bacias hidrográficas, os aquíferos, as planícies de inundação e a vegetação ripícola associada são geridos ou restaurados com o objetivo de possibilitar o armazenamento de água e melhorar o escoamento base bem como providenciar serviços de regulação e proteção contra inundações.

A EBA é aplicável tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, sendo que nestes, onde as economias dependem mais diretamente da prestação de serviços de ecossistemas, esta estratégia de adaptação pode ser uma abordagem altamente útil para minimizar os riscos face aos impactos das AC e garantir que o desenvolvimento enverede por caminhos resilientes (Shaw *et al.*, 2014).

A Figura 2.12 exhibe esquematicamente o processo de uma adaptação baseada nos ecossistemas e outro processo onde este tipo de adaptação não é tido em consideração.

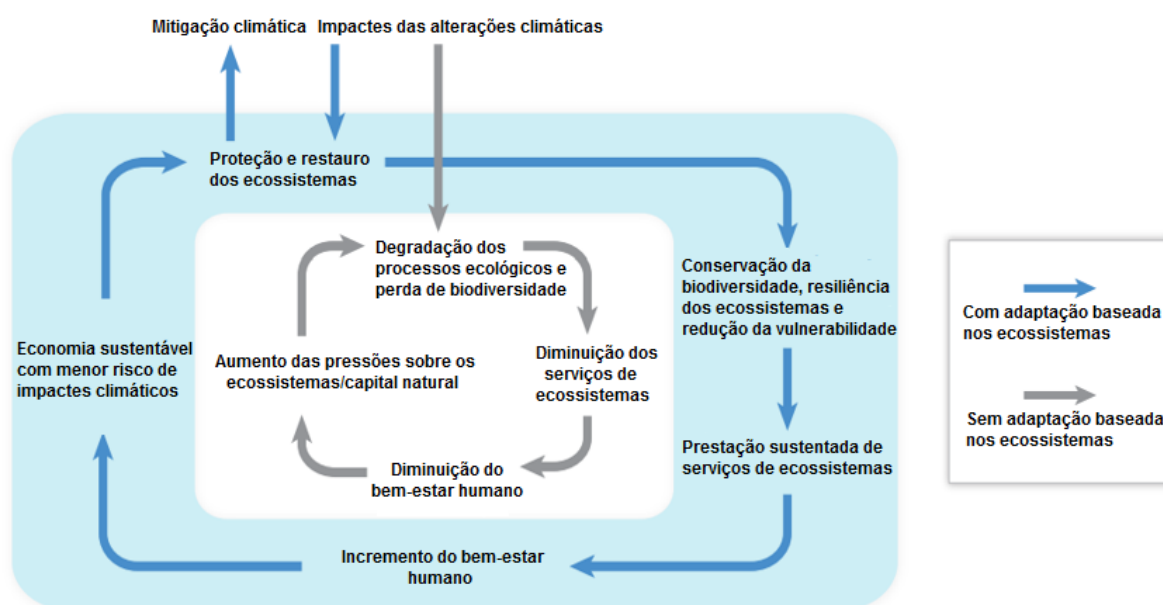


Figura 2.12 Processo de uma adaptação baseada nos ecossistemas e outro processo onde a adaptação não é baseada nos ecossistemas (Fonte: adaptado de Shaw *et al.*, 2014)

Concomitantemente, avaliar a percepção e o conhecimento das populações face ao risco de cheia e do seu agravamento pela influência das AC poderá também contribuir para o desenvolvimento e para o sucesso de aplicação de estratégias de adaptação e mitigação ao contexto local (Coelho *et al.*, 2004).

3 Infraestrutura Verde

3.1 Evolução das abordagens da integração de espaços verdes no desenvolvimento das cidades

A integração do espaço verde em zonas urbanas está relacionada com o desenvolvimento e crescimento que as cidades têm sofrido ao longo do tempo. Durante o século XIX, os espaços verdes surgem nas urbes como forma de mitigar os danos provocados pelo crescimento urbano no ambiente, recriar a presença da natureza e da componente rural no tecido citadino e conservar e preservar a Terra e os seus recursos naturais. A inclusão da vegetação providenciava ambientes urbanos com maior qualidade de vida, munidos de higiene, salubridade, espaço e ar puro. Através do processo da fotossíntese, as árvores transformam dióxido de carbono em oxigénio, reduzindo a poluição e melhorando, consequentemente, a qualidade do meio ambiente. O conceito de “pulmão verde” - espaço verde com dimensão suficiente para produzir o oxigénio necessário à purificação da atmosfera poluída da cidade – surge, assim, associado a este facto e à medida que a industrialização ia alastrando o “metal” pela urbe (Magalhães, 1992).

Frederick Law Olmsted, um arquiteto paisagista e urbanista norte-americano, foi um dos responsáveis pela introdução de parques nos Estados Unidos da América (EUA), iniciando e liderando o movimento nacional de parques, nomeadamente aquando da projeção do *Central Park*, em Nova Iorque e do *Prospect Park*, em Brooklyn (Jellicoe, 1989), reconhecendo as funções recreativas e de lazer que estes tinham nas comunidades (Cabral, 1993).

Mais tarde, no final do século XIX, o referido autor, considerado “pai” da arquitetura paisagista, reconheceu a importância de manter os parques urbanos conectados entre si, sugerindo, assim, que estes deveriam ser ligados uns aos outros e rodeando as áreas residenciais, nascendo, desta forma, o conceito de *parkway* - sistema de parques públicos urbanos ligados entre si, essencialmente para funções de recreio, lazer e bem-estar das populações, ao estabelecerem contacto com espaços verdes (Little, 1990; Hellmund e Smith, 2006) - e que constituiu o precursor das consecutivas experiências no domínio dos “*greenways*” (Madureira, 2016).

Como referência desse tipo de intervenção podemos asseverar um projeto de Olmsted, elaborado com o apoio de Calvert Vaux, para a cidade de Boston, em 1887: o Sistema de Parques de Boston, ou “*Emerald Necklace*” (Figura 3.1), que se apresentava como um sistema contínuo de parques conectados entre si através de estruturas lineares de espaços verdes em redor da cidade de Boston, o qual permitiu a ligação dos dois grandes parques da cidade: o *Boston Common* e o *Franklin Park*. Neste projeto destaca-se, para além da proteção dos elementos naturais e dos valores estético-paisagísticos e recreativos, a gestão e valorização da água no meio urbano (Little, 1990; Benedict e McMahon, 2006; Hellmund e Smith, 2006).

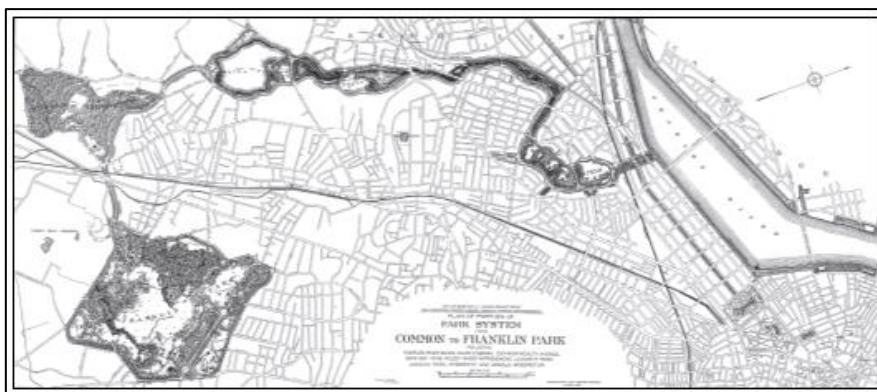


Figura 3.1 Planta do projeto de Olmsted para Boston's Emerald Necklace, projetado em várias entre 1878 e 1890 (Fonte: Hellmund e Smith, 2006)

Entretanto, na mesma altura, outros exemplos de integração do espaço verde no ambiente urbano também começavam a surgir como resposta aos problemas de insalubridade e congestionamento existentes, nomeadamente na Europa, com o modelo da Cidade Linear concebido por Arturo Soria y Mata e com a Cidade Jardim de Ebenezer Howard (Telles, 1998).

O modelo da Cidade Linear propunha uma estrutura verde composta por cinco componentes lineares, paralelas a um eixo central, onde todas as habitações possuem as mesmas oportunidades de circunstâncias, resolvendo o problema das comunicações por meio de uma única via. Este modelo coloca a cidade em contato direto com o campo. Um exemplo deste modelo de cidade que existe atualmente, embora bastante modificado, é um bairro periférico localizado a sete quilómetros do centro de Madrid e que apresenta uma extensão de 5200 metros de comprimento (Goitia, 2014).

As cidades jardim caracterizavam-se por *greenbelts* (cinturas verdes, em português) de espaços concêntricos de solos agrícolas e florestais, que, para além de permitirem reduzir os contrastes cidade-campo, conectando áreas urbanas e rurais, serviam para limitar o crescimento urbano, impedindo o alastramento e a fusão de áreas urbanas vizinhas, e funcionavam como potenciais criadores de uma rede de áreas verdes em torno da cidade (Kühn, 2003; Hellmund e Smith, 2006). Esta interpretação de Howard despertou um grande movimento de *greenbelts*, não só em cidades inglesas, como é o caso de Letchworth (1903) e Welwyn (Goitia, 2014), mas também noutras cidades europeias, das quais são exemplo Viena, Barcelona, Budapeste e Berlim (Kühn, 2003), e americanas, onde, atualmente, a sua expressão ainda se faz sentir (Kühn, 2003; Hellmund e Smith, 2006; Goitia, 2014).

Mais tarde, Benton MacKaye desenvolveu o conceito de *greenbelt*, ideia anteriormente preconizada por Howard, ao combinar a componente recreativa com o uso de corredores verdes seguindo formas de relevo naturais para controlar o crescimento urbano. MacKaye foi um dos pioneiros a reconhecer a importância da topografia na determinação da localização dos aglomerados populacionais, concebendo cidades que usavam paisagens naturais como colinas, montanhas e rios, para cercar os núcleos urbanos e desta forma conter o seu desenvolvimento. No entanto, a sua intenção ia mais além do que utilizar os referidos elementos naturais como limitadores do crescimento urbano, salientando a importância das relações que envolvem o homem e os diferentes tipos de território, uma vez que estes corredores naturais, a que ele chamou de "*open ways*", também proporcionariam oportunidades de

recreio para as comunidades. Em 1921, MacKaye elaborou uma proposta de construção de um trilho ao longo das montanhas dos Apalaches - *"An Appalachian Trail: A Project in Regional Planning"*, permitindo conectar vários estados norte-americanos. Este sistema linear possibilitaria conter a propagação do desenvolvimento da costa leste e proporcionaria um trilho recreativo para utilização das comunidades (Benedict e McMahon, 2006; Hellmund e Smith, 2006).

A Estrutura Verde até então proposta era descontínua, na medida em que não eram previstas ligações perpendiculares ou radiais entre as diferentes faixas. Neste sentido, durante o século XX, a preocupação com a integração das questões ecológicas no ordenamento e planeamento urbano conduziu ao desenvolvimento do conceito de Estrutura Verde, através de modelos que visam a continuidade e a fusão na paisagem urbana, para que esta penetre a cidade e respetivo tecido construído de modo contínuo (Telles, 1998). Em Portugal, o conceito de Estrutura Verde Urbana (EVU) surgiu nos anos 90, aquando da publicação de um documento elaborado pela Direção-Geral do Ordenamento do Território (Magalhães, 1992). É então nesta altura que, com o objetivo de introduzir a paisagem natural nas cidades, surge a teoria do *continuum naturale* de forma a que a componente natural integrasse a malha urbana e, desta forma, servisse as suas funções (Magalhães, 1992; Telles, 1998). Este conceito foi introduzido e difundido em Portugal pelo Professor Doutor Francisco Caldeira Cabral, um conceituado arquiteto paisagista português, sendo posteriormente expresso em legislação e constituindo, desta forma, a base de toda a intervenção de carácter ecológico (Telles, 1998).

De acordo com o consagrado na Lei n.º 11/87, de 7 de abril, Lei de Bases do Ambiente, alterada pela Lei n.º 13/2002, de 19 de fevereiro, e revogada pela Lei n.º 19/2014, de 14 de abril, o *continuum naturale* é o *"sistema contínuo de ocorrências naturais que constituem o suporte da vida silvestre e da manutenção do potencial genético e que contribui para o equilíbrio e estabilidade do território"*.

Todos estes conceitos foram evoluindo ao longo do tempo e a partir da década de 60 as questões ecológicas começaram a ter uma maior ênfase no planeamento territorial e foram alguns os autores que contribuíram com teorias e técnicas para projetar cidades de forma ecologicamente consciente (Hellmund e Smith, 2006).

Em 1964, Philip Lewis introduz o conceito de *"environmental corridors"* (corredores ambientais, em português) localizados tipicamente ao longo de cursos de água e em áreas de topografia acentuada (Benedict e McMahon, 2006; Hellmund e Smith, 2006), os quais promoviam a ligação entre diferentes áreas com o propósito de permitir o deslocamento das espécies de fauna e protegendo-as contra impactes externos que alterassem o funcionamento e qualidade ambiental dos ecossistemas (Little, 1990). Lewis criou um método de análise que consistia no mapeamento da localização de recursos ecológicos, recreativos, culturais e históricos, o qual aplicou ao estado de Wisconsin, nos Estados Unidos, e verificou e valorizou a ocorrência simultânea de recursos ecológicos, culturais, históricos e recreativos. Com a esta técnica, Lewis constatou que 90% desses locais se encontravam ao longo dos corredores ambientais, os quais foram os precursores dos *greenways* (corredores verdes, em português), e propôs uma extensa rede de corredores ambientais - *"Wisconsin Heritage Trails Proposal"*

- que aproveitava a ocorrência simultânea dos recursos em Wisconsin (Benedict e McMahon, 2006; Hellmund e Smith, 2006).

Ian McHarg, perito em arquitetura paisagista e planeamento regional, também contribuiu, nos anos 60, para o tema da ecologia urbana, defendendo que a ecologia devia constituir a base do planeamento urbano. Em 1969 publicou o seu livro *“Design with Nature”* (Benedict e McMahon, 2006; Hellmund e Smith, 2006), no qual enfatizou a importância da sistematização do planeamento do uso do solo de acordo com valores ecológicos e teve em consideração o risco de cheia na sua metodologia de planeamento (Saraiva, 1999). As abordagens de McHarg sustentam a base do urbanismo paisagístico e permitem aproximar as pessoas à Natureza (Steiner, 2011).

Tal como nos EUA, a proteção da vida selvagem e a conservação de recursos naturais nos países europeus começaram a ganhar uma importância acrescida. Assim, nos anos 70, surge, na Europa, uma nova abordagem: as primeiras redes ecológicas (*ecological networks*, em inglês). Esta abordagem ia muito mais além do que a proteção de habitats e da vida selvagem, focando-se especialmente no restauro dos habitats e no combate ao seu isolamento e fragmentação. As redes ecológicas permitem, assim, manter o carácter dinâmico dos ecossistemas e paisagens nativas e contribuem para que o biota se adapte a futuras mudanças ambientais (Benedict e McMahon, 2006).

Nos EUA, na década de 80, surge o *Greenway Movement* (Fabos, 1995), que consistiu num movimento internacional que tinha como principal objetivo proporcionar à população das áreas metropolitanas o acesso a espaços abertos e a áreas naturais, focando sobretudo o recreio, lazer e desporto associado à natureza (Little, 1990).

Entretanto, ao mesmo tempo, outros movimentos também começavam a surgir nos EUA: *Rails-to-Trails* e *Rails-with-Trails*. Nesta época, as antigas linhas férreas começaram a ser vistas como potenciais elementos que responderiam às novas exigências e expectativas das sociedades emergentes (Marques, 2001). Apesar da ideia inicial surgir nos anos 60, foi só a partir dos anos 80 que estes movimentos deram, eficazmente, o seu contributo na conversão de caminhos de ferro abandonados e a acompanhar, em paralelo, as linhas ferroviárias. Assim, o principal objetivo de ambos os movimentos consistia em preservar e revalorizar os corredores ferroviários, transformando-os em trilhos multifuncionais, criando oportunidades para o transporte ativo e para a atividade física em contacto com a natureza e contribuindo, conseqüentemente, para a melhoria da saúde e qualidade de vida da população (Rails-to-Trails Conservancy, 2001). Em Portugal, com vista à requalificação e reutilização das linhas e canais ferroviários sem exploração, foi criado, em 2001, o Plano Nacional de Ecopistas da REFER. As ecopistas, designação em Portugal para vias verdes, são vias de comunicação autónomas, reservadas às deslocações não motorizadas, realizadas num quadro de desenvolvimento integrado, que valorize o meio ambiente e a qualidade de vida, e que cumpra as suficientes condições de largura, inclinação e qualidade de pavimentação, de forma a garantir uma utilização em convivência e segurança por parte de todos os utentes, independentemente da capacidade física dos mesmos (IP Património, 2015).

Apesar dos vários modelos e estratégias de planeamento, a proliferação das áreas urbanas em detrimento do espaço rural e a intensificação do uso do solo, por exemplo, continuaram a constituir a principal causa da tendencial fragmentação dos habitats (EEA, 2011). É então nesta altura que surge, também, a necessidade de adotar soluções de mitigação e adaptação às AC, nascendo, assim, a primeira IFV como instrumento de planeamento territorial fruto do desenvolvimento de uma série de abordagens de planeamento de espaços verdes urbanos que se foram cruzando ao longo do tempo - experienciada a larga escala no Estado de Maryland, nos EUA, no início dos anos 90 (Benedict e McMahon, 2006). No entanto, segundo Firehock (2010) o termo IFV foi, efetivamente, usado pela primeira vez, em 1994, na Florida, aquando de um documento elaborado pela *Florida Greenways Commission* sobre estratégias de conservação do meio ambiente dirigido ao Governo americano e cujo principal objetivo consistia em realçar a importância dos sistemas naturais em ambiente urbano no desenvolvimento de uma comunidade.

Mais recentemente, novas estratégias de conservação da natureza e da biodiversidade começaram a emergir, com a preocupação acrescida da proteção dos serviços e benefícios que estes providenciam ao Homem. Em 2001, o *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) - programa executado pelas Nações Unidas que tinha como principal objetivo avaliar as consequências das alterações dos ecossistemas no bem-estar humano e estabelecer as políticas que permitem proteger a biodiversidade e otimizar o uso sustentável dos ecossistemas, possibilitando que tanto a humanidade como os ecossistemas prosperem sustentavelmente - veio esclarecer a relação existente entre o bem-estar humano, os ecossistemas e a biodiversidade, consolidando o conceito de serviços de ecossistemas. Este conceito é apresentado, no relatório, como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Ao longo de várias décadas as ideias subjacentes ao conceito de serviços de ecossistemas constituíam componentes integrantes do pensamento ecológico e das preocupações inerentes ao ordenamento do território, contudo ainda não estavam expressamente explícitas (MEA, 2005).

Em 2006, Benedict e McMahon lançaram o livro *“Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities”* (Benedict e McMahon, 2006), o qual deu um contributo no desenvolvimento do conhecimento e organização do conceito de IFV e evidenciou as potencialidades desta infraestrutura em diferentes escalas de planeamento. Também no início do século XXI, os serviços de ecossistemas permitiram trazer para o domínio económico a relevância da biodiversidade, constituindo, desta forma, uma oportunidade para integrar os espaços verdes nos processos de tomada de decisão e maximizar o uso eficiente e sustentável do capital natural (TEEB, 2010). Com a publicação dos relatórios *“Millennium Ecosystem Assessment”* e *“The Economics of Ecosystems and Biodiversity”*, o conceito “serviços de ecossistemas” internacionalizou-se e foram vários os instrumentos políticos que reconheceram o seu potencial, incorporando-o em variadas escalas. Na União Europeia foi aplicado, por exemplo, na Estratégia para a Infraestrutura Verde (EC, 2013b), na Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020 (EC, 2011), no relatório *“Adaptation Strategies for European Cities”* (EC, 2013a) e no relatório final do grupo de peritos do Horizonte 2020 em *“Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities”* (EC, 2015j). Neste sentido, a vasta utilização do conceito por vários agentes, quer

investigadores quer políticos, numa grande variedade de iniciativas e práticas ambientais, tornou-o, atualmente, numa componente importante na gestão ambiental e no planeamento territorial.

3.2 Diferentes abordagens ao conceito de infraestrutura verde

Durante a última década, o conceito de IFV surgiu como um assunto de interesse significativo para a cidade e para o ordenamento do território (Eisenman, 2013), uma vez que este tipo de infraestrutura tem sido considerado um instrumento imperativo na construção de paisagens urbanas sustentáveis (Quintas, 2014). Este conceito é relativamente recente, mas não é um conceito novo (Benedict e McMahon, 2002, 2006), não existindo ainda uma definição consensual do mesmo, na medida em que a IFV tem diferentes significados para diferentes autores, dependendo do contexto em que é empregue (Benedict e McMahon, 2002, 2006; Naumann *et al.*, 2011). São vários os estudos, os projetos, os autores e as organizações que têm vindo a dar o seu contributo para a definição de IFV, apresentando diferentes abordagens deste conceito, sendo que algumas delas são semelhantes, diferindo apenas em algumas componentes, características e funções e serviços que este tipo de infraestrutura providencia.

Algumas abordagens, por exemplo, enfatizam a importância do papel da IFV na conservação da paisagem e da biodiversidade e no combate à fragmentação dos ecossistemas (EC, 2010), enquanto outras evidenciam a funcionalidade e interesse da IFV no fornecimento de serviços de ecossistemas, apresentando-a como uma abordagem resiliente e custo-eficaz na gestão dos impactos de eventos pluviais, permitindo, desta forma, reduzir e tratar as águas da chuva (EPA, 2016). Na mesma linha temática, Ahern (2007) define-a como um género de híbrido de sistema de drenagem que permite a regularização do sistema hídrico, complementando e conectando áreas verdes e servindo funções ecológicas em ambiente urbano. Benedict e McMahon (2002,2006) destacam, sobretudo, o papel da IFV como uma ferramenta de gestão sustentável, proporcionando uma abordagem estratégica e sistemática para o planeamento e conservação do uso do solo. Segundo os mesmos autores, o conceito de IFV difere das práticas tradicionais de conservação, adotando uma visão integrada das múltiplas funções que os espaços de valor ecológico podem providenciar, criando estratégias de gestão sustentáveis a longo prazo.

Neste sentido, a IFV é definida como uma rede de zonas naturais e seminaturais, que incorpora espaços verdes, solos agrícolas, zonas húmidas, florestas, parques urbanos, linhas de água e zonas terrestres, incluindo as zonas costeiras, e marinhas, e que presta um conjunto de serviços de ecossistemas, os quais traduzem-se em benefícios para a comunidade, constituindo uma abordagem ambiental, social e economicamente viável para a promoção do crescimento inteligente e para o desenvolvimento de comunidades sustentáveis e resilientes, adaptando-se às AC (Benedict e McMahon, 2002, 2006; Mell, 2009; Foster *et al.*, 2011; Naumann *et al.*, 2011; EC, 2013b). Esta infraestrutura visa manter ou restabelecer os processos naturais e culturais que asseguram a qualidade de vida urbana (Benedict e McMahon, 2006; Ahern, 2007).

A IFV é reconhecida em diversos documentos políticos da União Europeia, nomeadamente na Diretiva-Quadro da Água, na Diretiva Inundações e na Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas (EEA, 2015).

3.3 A infraestrutura verde como um sistema de “núcleos”, “corredores verdes” e “retiros”

De acordo com Benedict e McMahon (2002, 2006), a rede de IFV conecta ecossistemas e paisagens através de um sistema conceitual tal como ilustra a Figura 3.2 em que os espaços fundamentais são representados por “núcleos”, a conectividade funcional entre estes é representada por ligações de “corredores verdes” e as pequenas áreas com contributos ecológicos e sociais identificam-se como “retiros”.

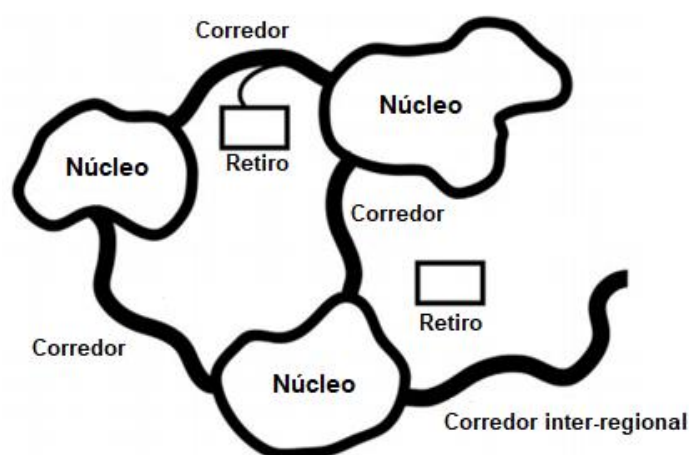


Figura 3.2 Esquema conceitual de IFV (Fonte: Adaptado de Benedict e McMahon, 2002, 2006)

Os núcleos sustentam a biodiversidade animal e vegetal nativa e são fundamentais para a ocorrência e manutenção de importantes processos biofísicos, e compreendem parques e grandes reservas naturais protegidas, florestas, áreas agrícolas, espaços verdes e parques comunitários, onde as características naturais e os processos ecológicos são protegidos ou restaurados, os quais variam em tamanho, função e domínio (público ou privado). Os corredores verdes são as conexões que interligam todo o sistema, permitindo a mobilidade das espécies. Estes elementos de conexão podem ter larguras, formatos e comprimentos variados, dependendo do tipo de ligação que configuram, e são constituídos, maioritariamente, por sistemas naturais, tais como rios e áreas agrícolas ou florestais. No entanto, não têm necessariamente que ser compostos por elementos naturais, uma vez que estes corredores podem ser o elo de ligação entre a população e a natureza, nomeadamente através de ciclovias ou de caminhos pedonais (ruas verdes multifuncionais). Por fim, os retiros representam pequenas áreas de valores ecológicos e sociais que se encontram estrategicamente localizadas, servindo de fonte de alimento, abrigo e suporte às deslocações dos organismos móveis, bem como constituindo espaços de recreio e lazer para a população (Benedict e McMahon, 2002, 2006). Por forma a exemplificar o exposto, parques arborizados podem ser articulados por conexões lineares como ruas verdes (Benedict e McMahon, 2002, 2006).

A IFV tem aplicabilidade a diferentes escalas de planeamento (Benedict e McMahon, 2002, 2006; Mell, 2009; Foster *et al.*, 2011; EC, 2013b), estando os diversos tipos de elementos físicos que contribuem para esta infraestrutura dependentes destas mesmas escalas (EC, 2013b):

- **Escala local:** parques ricos em biodiversidade, jardins, coberturas verdes, lagos, cursos de água, bosques, sebes, prados e dunas costeiras;
- **Regional ou nacional:** grandes áreas naturais protegidas, grandes lagos, bacias hidrográficas, florestas de grande importância natural e zonas de pastagens intensas;
- **À escala da união europeia:** elementos transfronteiriços, tais como bacias hidrográficas internacionais, florestas e cordilheiras.

A IFV deve articular-se funcional e estruturalmente nas diferentes escalas. Independentemente da escala, a IFV baseia-se num conjunto de princípios fundamentais para o sucesso da sua implementação. Benedict e McMahon, em 2002, com a publicação *“Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21 Century”*, estabeleceram um conjunto de sete princípios para a IFV e em 2006, na última publicação dos mesmos autores intitulada *“Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities”*, estes princípios foram reformulados, passando a configurar um total de dez. De entre os vários princípios que contribuem para a sua definição, dois têm merecido especial atenção (Benedict e McMahon, 2006; Ahern, 2012):

- A **conectividade**, que permite assegurar a ligação estrutural e funcional entre áreas verdes. A conectividade é estabelecida em três níveis:
 - A ligação espacial entre os habitats, por meio a combater a fragmentação e o isolamento dos habitats;
 - A ligação entre a população e a natureza, permitindo o que os cidadãos tenham acesso a áreas naturais e aos seus múltiplos benefícios;
 - A ligação entre os programas e iniciativas criadas para a gestão dos espaços, pelos diversos agentes envolvidos.

A conectividade é fundamental para os fluxos de água, biodiversidade e pessoas (Benedict e McMahon, 2006; Ahern, 2012).

- A **multifuncionalidade**, ao avaliar e combinar os vários serviços providenciados pelos ecossistemas sobre uma mesma área, sendo esta uma componente fulcral para uma visão estratégica, holística e eficiente das potencialidades dos espaços verdes.

3.4 A infraestrutura verde como instrumento de promoção dos serviços de ecossistemas em ambiente urbano

Um ecossistema pode ser definido como um conjunto de organismos vivos, o seu ambiente e os fatores abióticos, interagindo entre si para sustentar a vida (Moll e Petit, 1994 referido em Bolund e Hunhammar, 1999). No caso do ambiente urbano, a cidade pode ser entendida como um único ecossistema ou ser constituída por vários ecossistemas individuais, por exemplo, parques e lagos (Rebele, 1994 referido em Bolund e Hunhammar, 1999). De acordo com Boada e Maneja (2016) os ecossistemas urbanos podem ser divididos em três subsistemas com o mesmo grau de importância:

verde – correspondendo a toda a matéria viva do solo natural -, cinzento – respeitante às áreas construídas - e azul – compreendendo as zonas costeiras, rios, água parada e fontes. Os mesmos autores acrescentam, ainda, que a biodiversidade pode desempenhar um papel fulcral na sustentabilidade das cidades, devido à sua contribuição para a qualidade de vida urbana e para a prestação de serviços de ecossistemas.

A primeira abordagem ao conceito de serviços de ecossistemas remete para finais dos anos 60 e inícios da década de 70. Contudo, só obteve maior destaque aquando da publicação por um grupo de investigadores, nos finais dos anos 90, do estudo “*The value of the world’s ecosystem services and natural capital*”, da autoria de Constanza *et al.*, em 1997, na revista *Nature* (Madureira, 2016). No estudo foram definidas 17 categorias principais dos serviços de ecossistemas a nível global (Constanza *et al.*, 1997). Mais tarde, Bolund e Hunhammar (1999) introduziram o conceito de serviços de ecossistemas urbanos, sendo os pioneiros a metodizar os benefícios que as populações podem obter dos ecossistemas urbanos, nomeadamente da presença dos espaços verdes nas cidades, evidenciando, assim, o potencial contributo destes serviços para a qualidade de vida urbana (Madureira, 2016). Atualmente o MEA (2005) veio consolidar este conceito, e define-o como o conjunto de benefícios diretos e indiretos, de cariz ecológico, social, económico e/ou cultural, que a natureza oferece ao Homem (Figura 3.3), sendo os serviços categorizados em:

- **Serviços de produção:** estão relacionados com a capacidade dos ecossistemas para fornecer bens, tais como alimentos, água doce e fibra;
- **Serviços de regulação:** são os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais e que sustentam a vida humana, como por exemplo, regulação da qualidade do ar e do solo ou agindo no controlo de doenças e inundações;
- **Serviços culturais:** estão relacionados com a importância dos ecossistemas para oferecer benefícios educacionais, estéticos e espirituais;
- **Serviços de suporte:** são os processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como por exemplo os ciclos de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

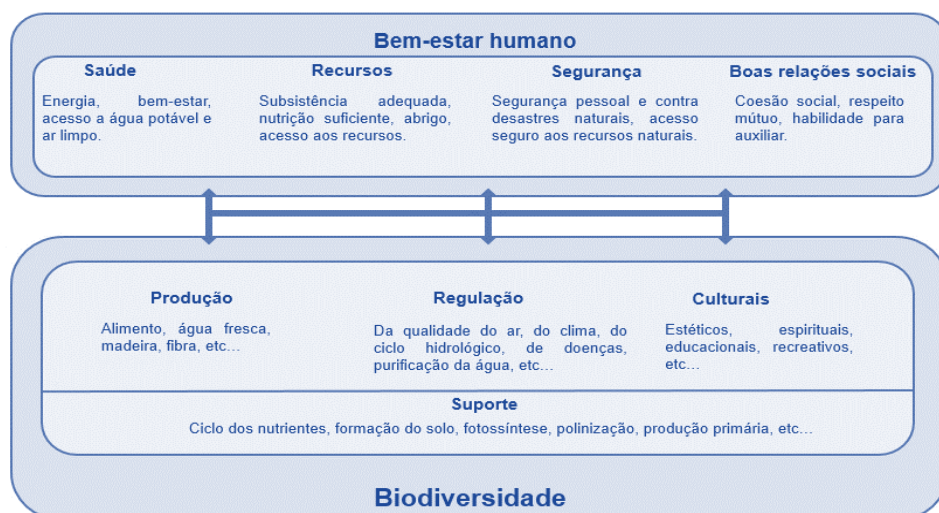


Figura 3.3 Relação entre a biodiversidade, os serviços de ecossistemas e o bem-estar humano (Fonte: Adaptado de MEA, 2005)

Existem vantagens na aplicação dos serviços de ecossistemas a contextos urbanizados: a Figura 3.4 apresenta o modelo conceitual que exprime a relação entre IFV, serviços de ecossistemas e urbanização, evidenciando a potencialidade da IFV como um instrumento fulcral na promoção dos serviços de ecossistemas em ambiente urbano. O planeamento de uma rede de IFV urbana de forma a garantir a conectividade dos espaços verdes e combater a alteração e intensificação do uso do solo e a sua fragmentação, traduz-se num aumento da qualidade e quantidade dos serviços de ecossistemas providenciados por estas infraestruturas, traduzindo-se, posteriormente, num aumento da qualidade de vida. Contrariamente, uma expansão urbana desmedida e não planeada, com alteração da cobertura e uso do solo e fomentando a fragmentação dos ecossistemas e espaços verdes, conduz a uma diminuição dos serviços de ecossistemas e, conseqüentemente, a qualidade de vida urbana (Petrişor *et al.*, 2016).

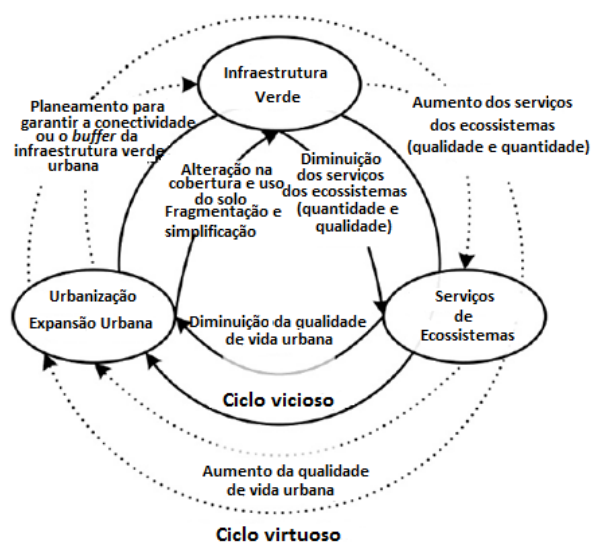


Figura 3.4 Modelo conceitual da relação entre expansão urbana, IFV e serviços de ecossistemas (Fonte: Adaptado de Petrişor *et al.*, 2016)

Acréscase ainda que os impactos da alteração dos serviços de ecossistemas no bem-estar humano atingem mais diretamente as comunidades locais, ou seja, quem diretamente usufrui e utiliza os serviços alterados, e as populações mais desfavorecidas, especialmente quando a alteração conduz a fome, secas ou cheias, devido à falta de poder de adaptação (Pereira *et al.*, 2009).

Portanto, a qualidade ambiental é fundamental para o desenvolvimento das cidades, e apesar destas estarem associadas a diversos problemas ou vulnerabilidades, a adoção de medidas eficazes contribui para a sua minimização (Gonçalves, 2010). A IFV constitui um instrumento ativo na promoção dos serviços de ecossistemas em ambiente urbano, beneficiando as cidades não só a nível ambiental como também a nível cultural, estético-paisagístico e socioeconómico, através de soluções baseadas na natureza.

3.4.1 Benefícios da infraestrutura verde

A IFV providencia uma série de benefícios essenciais para a qualidade de vida nas cidades. Na presente dissertação, estes benefícios foram categorizados em benefícios ambientais, sociais e económicos, sendo apresentados seguidamente.

a. Benefícios ambientais

- **Promoção da biodiversidade**

A conservação da biodiversidade em áreas urbanas é uma questão emergente devido ao rápido declínio de muitas espécies animais e vegetais nos últimos anos (White *et al.*, 2005). Assim, na sua vertente mais ecológica, os valores e funções dos ecossistemas naturais em ambiente urbano prendem-se, sobretudo, com a promoção da biodiversidade, uma vez que as comunidades animais e vegetais existentes possam ser preservadas ou restauradas, contribuindo, desta forma, para o correto funcionamento do ecossistema urbano (Gonçalves, 2010). Os espaços verdes urbanos fornecem habitat para uma infinidade de animais, como aves, mamíferos, insetos, répteis e anfíbios, promovendo uma maior variedade de espécies (Nilon *et al.*, 1995; Brack, 2002; White *et al.*, 2005; Tzoulas *et al.*, 2007; Davey Resource Group, 1993 referido em Jim e Chen 2009), e traduzindo-se, posteriormente, num aumento da atratividade e valorização estética do local.

- **Melhoria da qualidade do ar e regulação climática**

As áreas acauteladas pelas IFV desempenham um conjunto de funções essenciais para o bom funcionamento dos processos biofísicos e para a promoção da qualidade ambiental no meio urbano. O espaço verde urbano contribui para a melhoria da qualidade do ar, embora este efeito possa estar dependente de vários fatores, como do nível de poluição do ar, características da vegetação e das condições meteorológicas locais. A vegetação remove uma série de poluentes atmosféricos, tais como dióxido de azoto, dióxido de enxofre e ozono (Brack, 2002), e potencia a purificação do ar através da fixação de poeiras, podendo reter até 85% das partículas e até 70% das poeiras em suspensão, dependendo da sua estrutura (Bernatzky, 1983 referido em Bolund & Hunhammar, 1999). As árvores de maior porte e com uma área foliar maior, por exemplo, têm uma maior capacidade de sequestrar e filtrar o carbono atmosférico do que árvores com uma menor área foliar (Bolund e Hunhammar, 1999;

Brack, 2002). As coníferas apesar de apresentarem uma maior superfície foliar, são mais sensíveis à poluição atmosférica, e as árvores de folha caduca têm uma maior capacidade de absorção de gases poluentes. Deste modo, a mistura dos dois tipos de árvores poderá fornecer a melhor solução (Bolund e Hunhammar, 1999). Num estudo efetuado por Brack (2002), por exemplo, foram avaliados os benefícios de 425 000 árvores plantadas na cidade de Canberra, na Austrália, no qual constatou-se que num período de cinco anos foi verificado um sequestro de 30 200 t de carbono. Adicionalmente, noutro estudo intitulado “*Chicago Urban Forest Climate Project*”, as árvores da região de Chicago, em 1991, removeram cerca de 6 145 t de poluentes atmosféricos (McPherson, *et al.*, 1994).

Concomitantemente, a presença de elementos de IFV em zonas urbanas contribuem para a regulação do microclima local, atenuação do efeito da ilha de calor e melhoria do conforto ambiental, pois, para além de providenciarem sombra, aumentam a humidade do ar, através do incremento da evapotranspiração, e reduzem a temperatura ambiente. Em termos de mitigação do efeito de ilha de calor, as árvores normalmente absorvem entre 70% a 90% da radiação solar no verão e entre 20% a 90% no inverno, com a maior variação sazonal observada na vegetação caducifólia (Foster *et al.*, 2011). Isto significa que a vegetação, em especial a de folha caduca, é bastante influente no controlo da radiação solar que atinge a superfície terrestre: diminui o aquecimento da superfície terrestre, durante o verão, através da sombra que proporciona, e permite o aumento da temperatura e da luminosidade, no inverno, como resultado da perda das folhas e consequente expansão da área de incidência dos raios solares na superfície terrestre. A Figura 3.5 exprime a relação existente entre a percentagem do coberto arbóreo e a temperatura da superfície terrestre num estudo efetuado por Sung (2013) no Texas com o objetivo de avaliar a influência da vegetação no efeito da ilha de calor, asseverando que quanto maior for a percentagem da cobertura arbórea menor será a temperatura da superfície terrestre.

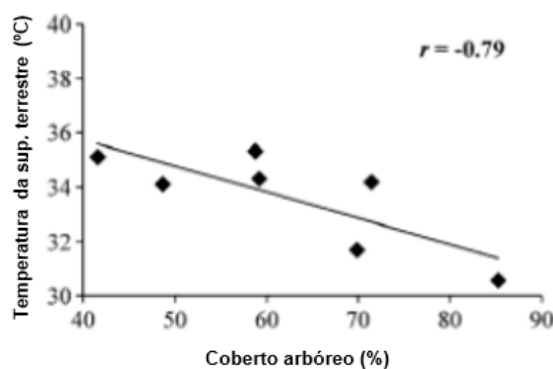


Figura 3.5 Relação entre o coberto arbóreo e a temperatura da superfície terrestre (Fonte: Adaptado de Sung, 2013)

A partir da observação e análise da Figura 3.6 é possível constatar que a temperatura no solo das áreas urbanas é geralmente mais elevada do que a das áreas próximas cobertas por vegetação (Alcoforado *et al.*, 2009), podendo-se afirmar que a temperatura do ar varia com a densidade do edificado.

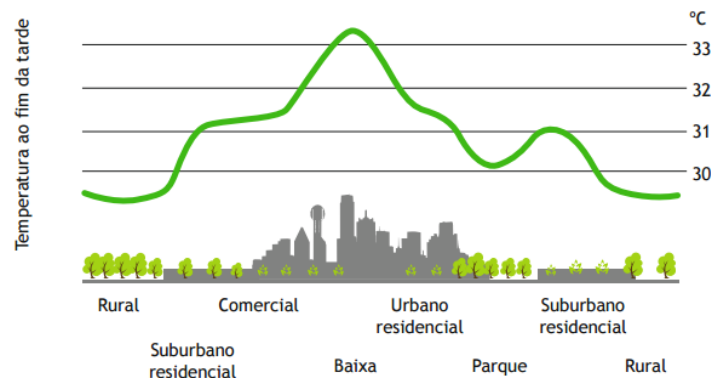


Figura 3.6 Perfil térmico numa cidade, em que é evidenciada uma ilha de calor urbana (Fonte: Alcoforado *et al.*, 2009)

Portanto, as árvores são elementos fulcrais no tecido urbano devido à sua capacidade de termorregulação, acarretando, também, benefícios económicos advindos da redução das necessidades energéticas na climatização (Bolund e Hunhammar, 1999; Brack, 2002). De igual forma, a presença de corpos de água nas cidades também contribui para a regulação climática e para a amenização local da temperatura no verão e no inverno. Em Estocolmo, por exemplo, o clima, para além de ter influência da vegetação, é em grande parte regulado pelas grandes massas de água da cidade, existindo estudos que evidenciam que as temperaturas médias anuais são 0,6°C mais elevadas no centro de Estocolmo comparativamente com os arredores (Bolund e Hunhammar, 1999).

- **Regulação dos níveis de ruído**

Para além da contribuição na melhoria da qualidade do ar e na regulação microclimática, a vegetação tem sido amplamente utilizada como um método natural para a regularização dos níveis de ruído (Fang e Ling, 2003, 2005), contribuindo, deste modo, para a melhoria do ambiente sonoro. De acordo com a literatura este efeito está dependente de determinados parâmetros quantitativos, nomeadamente, altura, largura, comprimento e densidade da vegetação. Para a redução do ruído, as árvores e arbustos mais densos devem ser plantados perto da fonte (Jim e Chen, 2009), uma vez que a vegetação em áreas urbanas pode ser eficaz na eliminação ou atenuação na fonte, em vez de diminuir o ruído nos locais recetores (Fang e Ling, 2003). Segundo Naturvardsverket (1996) referido em Bolund e Hunhammar (1999), um arbusto denso, com uma largura mínima de 5 metros, pode reduzir os níveis de ruído em 2 dB(A) enquanto uma plantação com 50 metros de largura pode reduzir os níveis de ruído em 3 a 6 dB(A). Todavia, outros autores afirmam que uma vegetação densa com 100 metros de largura permite apenas atenuar os níveis sonoros entre 1 a 2 dB(A) (Kommunförbundet, 1998 referido em Bolund e Hunhammar, 1999). Fang e Ling (2005) avaliaram, igualmente, o papel de um conjunto de cinturas verdes da espécie *Casuarina equisetifolia*, com uma largura superior a 15 metros, na atenuação do ruído ambiente, obtendo valores de redução compreendidos entre 1,5 e 9,5 dB(A)/20m.

- **Regulação da erosão e formação do solo**

De acordo com o MEA (2005), a regulação da erosão é um serviço essencial provido pelos ecossistemas que garante a proteção do solo contra os vários agentes erosivos. A erosão do solo constitui, atualmente, um dos principais problemas ambientais (Fu *et al.*, 2011), sendo o relevo, o uso

e as propriedades do solo e do clima, nomeadamente, a ação do vento e da chuva, as variáveis determinantes na magnitude desta erosão (Maes *et al.*, 2011). Neste sentido, a IFV vem dar o seu contributo ao promover o processo de formação do solo, uma vez que o coberto vegetal ajuda a conservar e a proteger os solos da erosão, impedindo o assoreamento dos cursos de água e os deslizamentos de terra (Cantón *et al.*, 2001; Fu *et al.*, 2011; Maes *et al.*, 2011). Esta capacidade que os ecossistemas naturais apresentam no controlo da erosão do solo assenta no potencial da vegetação, através do seu sistema radicular, para ligar as partículas do solo, evitando, assim, a desagregação e o decréscimo da fertilidade do mesmo (Maes *et al.*, 2011).

Os resultados de um estudo efetuado por Fu *et al.* (2011), por exemplo, indicaram uma diminuição da erosão hídrica do solo, num período de 8 anos, como resultado do aumento da cobertura vegetal. Durante este período, a perda de solo na região diminuiu, particularmente, nos terrenos mais declivosos, onde a erosão do solo era mais acentuada.

• **Manutenção do ciclo hidrológico e redução do risco de cheia e inundação**

Como referido no capítulo 2.1, as superfícies impermeáveis, como estradas e edifícios, em áreas urbanas alteram significativamente o ciclo natural da água – impedindo a sua infiltração -, e contribuem para o aumento da quantidade e da velocidade da água que flui pela superfície do território durante e após eventos de precipitação prolongados e/ou intensos. O escoamento urbano normalmente flui para sistemas de drenagem de águas pluviais, que podem não ser capazes de lidar com grandes volumes de água, potenciando, desta forma, a ocorrência de inundações nas zonas urbanas. Em resposta a isso, processos como a evapotranspiração e a recarga de aquíferos tornam-se imperativos para que os padrões hidrológicos das áreas urbanas sejam os mais próximos possíveis aos das áreas naturais (Denman *et al.*, 2011). A nível biofísico, a consideração da cobertura vegetal de um território tem influência no escoamento superficial e na infiltração da água no solo, uma vez que promove a infiltração e reduz a velocidade do escoamento superficial, reduzindo também, os fenómenos de erosão e a ocorrência de grandes cheias (Lencastre e Franco, 2010), pelo que a sua preservação garante a manutenção de um balanço hidrológico equilibrado.

Existem três formas principais em que a presença da vegetação em ambiente urbano ou periurbano podem contribuir para o alívio das cheias (Forest Research, 2010): ao retardar o fluxo de água para jusante; reduzindo o volume de escoamento por interceção; promovendo a infiltração da água no solo.

De acordo com Dunne e Leopold (1978) referido em Pena (2008), o tipo de cobertura vegetal tem influência direta no balanço hidrológico: Molchanov (1963) referido em Pena (2008) considera que a densidade da folhagem do povoamento florestal é uma característica determinante, uma vez que quanto mais densa for a folhagem, maior será a interceção. Neste sentido, as espécies de folha perene têm maior capacidade de retenção de água do que as caducifólias (Pena, 2008).

As árvores e a vegetação podem aumentar a taxa ou quantidade de infiltração de água no solo e subsequentemente aumentar a recarga de solo e água subterrânea. Bolund e Hunhammar (1999), por exemplo, afirmaram que nas áreas verdes somente 5% a 15% das águas pluviais não são evaporadas ou infiltradas no solo. Gill *et al.* (2007) asseveraram que o aumento do espaço verde reduz o

escoamento em 4,9%, o aumento da cobertura de árvores reduz o escoamento em 5,7% e que as coberturas verdes contribuem na redução do escoamento em 11,8% a 14,1%.

Todavia, importa salientar que os valores citados variam com a literatura, uma vez que a retenção de água está dependente de alguns fatores, tais como frequência e intensidade dos fenómenos pluviais e a percentagem de superfície coberta por vegetação.

Investigações americanas mostraram que a copa de uma árvore pode intercetar cerca de 3 m³ de água, reduzindo assim o escoamento de águas pluviais, e consequentemente a ocorrência de inundações (Forest Research, 2010).

Nisbet et al. (2004) referido em Forest Research (2010) mostraram que o aumento da rugosidade hidráulica associado ao plantio de vegetação nativa ao longo de 2,2 km do rio Cary, em Somerset, poderia reter a água e reduzir a velocidade de escoamento em 50%, para uma inundação com um período de retorno de 1 ano. Um outro estudo de modelação em Ripon, North Yorkshire, previu que a plantação de florestas em quatro locais da bacia hidrográfica do rio Laver poderia atrasar a progressão de uma inundação, com um período de retorno de 1 ano, em cerca de uma hora (Forest Research, 2010).

- **Melhoria da qualidade da água**

A qualidade da água que flui através de uma bacia hidrográfica com características urbanas pode ser severamente afetada, uma vez que as superfícies impermeáveis associadas à velocidade do escoamento superficial da água impedem a infiltração da precipitação no solo e aumentam a acumulação de poluentes e detritos. Além disso, muitas áreas urbanas têm sistemas de drenagem de tipo unitário, que devido à sobrecarga dos mesmos e posterior transbordamento da água aquando da ocorrência de eventos pluviais intensos, afetam negativamente a qualidade da água (Stovin *et al.*, 2008). A eliminação das águas pluviais diretamente das superfícies urbanas impermeáveis para os cursos de água circundantes é prejudicial para o ecossistema aquático (Denman *et al.*, 2011).

A vegetação possui a capacidade de melhorar a qualidade da água ao remover parte dos poluentes (Denman *et al.*, 2011; Read *et al.*, 2008) e, devido à permeabilidade dos solos, têm a capacidade de recarregar aquíferos subterrâneos.

Um trabalho de investigação conduzido por Denman *et al.* (2011) em Melbourne, Austrália, mostrou que as árvores de rua têm o potencial de ser elementos efetivos em sistemas de biofiltração urbana e que a avaliação desses sistemas é necessária para elucidar o papel dos mesmos no tratamento de águas pluviais.

b. Benefícios sociais

Para além da promoção da biodiversidade e da qualidade ambiental, os espaços verdes urbanos desempenham igualmente um conjunto de funções sociais e culturais (Gonçalves, 2010), contribuindo para a qualidade de vida da sociedade. Os espaços verdes em contexto urbano promovem o contacto

direto entre o Homem e a natureza, contribuem para a valorização estético-paisagística das cidades (Benedict e McMahon, 2006; Madureira, 2016) e podem constituir importantes instrumentos de caráter educativo e pedagógico, nomeadamente através da educação e/ou consciencialização ambiental, proporcionando uma melhor qualidade de vida (Borges *et al.*, 2010). Para além disso, a IFV proporciona às populações urbanas espaços para recreio ativo e de lazer, providencia oportunidades de transporte alternativo (Benedict e McMahon, 2006) e contribui para o aumento da produção de alimentos frescos dentro das cidades, assegurando, desta forma, o acesso das comunidades à alimentação saudável (O'Reilly *et al.*, 2013).

A implementação de elementos de IFV em ambiente urbano promove uma melhoria da saúde do ecossistema e, conseqüentemente, das populações (Tzoulas *et al.*, 2007), uma vez que quanto maior a saúde de um ecossistema, menor será a propagação de doenças transmitidas por vetores (EC, 2013b). Tzoulas *et al.* (2007) desenvolveram um modelo conceptual (Figura 3.7) que exprime a relação entre IFV, serviços de ecossistemas, saúde dos ecossistemas e saúde humana: os serviços de ecossistemas fornecidos por uma IFV podem proporcionar ambientes saudáveis e benefícios para a saúde física e mental das pessoas, bem como benefícios de âmbito social, económico e comunitário.

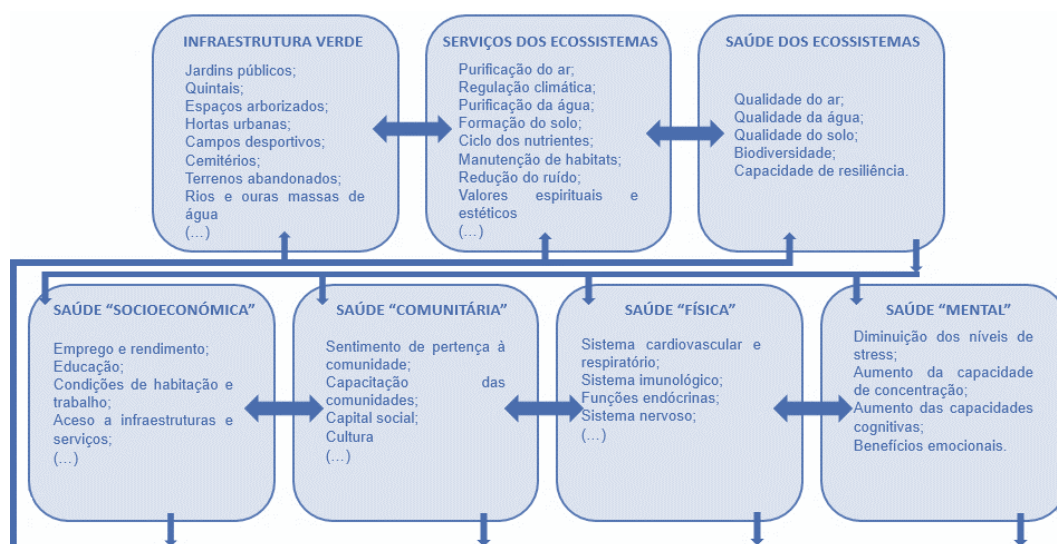


Figura 3.7 Relação entre IFV, serviços de ecossistemas, saúde dos ecossistemas e saúde humana (Fonte: Adaptado de Tzoulas *et al.*, 2007)

São vários os estudos que comprovam os benefícios da IFV na saúde e bem-estar das pessoas. Taylor *et al.*, (2001), por exemplo, estudaram a influência dos espaços verdes no comportamento de crianças com idades compreendidas entre os 7 e os 12 anos e com problemas de déficit de atenção, concluindo, com base nos resultados das avaliações pelos pais, que estas crianças apresentavam comportamentos mais estáveis ao nível da atenção/concentração na presença de espaços verdes. Os resultados de um outro estudo elaborado por Thompson *et al.* (2012) mostraram que existe uma relação entre stress, padrões de secreção de cortisol e quantidade de espaço verde existente no ambiente quotidiano: quanto maior a presença de espaços verdes, menores os níveis de stress.

c. Benefícios económicos

Os múltiplos benefícios descritos, proporcionados pela presença de IFV em ambiente urbano, revelam que estes são uma componente urbana que contribui para a qualidade ambiental e social. No entanto, o investimento numa IFV é igualmente vantajoso do ponto de vista económico, uma vez que a procura de soluções artificiais/tecnológicas para substituir os serviços que a natureza providencia “gratuitamente” seria difícil do ponto de vista técnico como também bastante dispendiosa a nível monetário (EC, 2010). Em Chicago, por exemplo, foi demonstrado que a introdução da vegetação e o aumento da cobertura arbórea traduziu-se num menor consumo de energia advindos da redução na utilização de equipamentos de climatização, com posteriores benefícios económicos. Da mesma forma, o conjunto dos serviços providenciados pelas 425 000 árvores plantadas em Canberra foi avaliado em, aproximadamente, 17 milhões de €, ao longo do período considerado, que resulta dos serviços gerados e custos evitados (Brack, 2002).

Num outro estudo efetuado por Baptista (2013) com o objetivo de avaliar o benefício da infraestrutura verde/azul no controlo das cheias na cidade de Aveiro – através da análise do custo de cheia – foi mostrado que o custo total para a estrutura e recheio do edificado podem variar entre um mínimo de 9,72 e 0,33 e um máximo de 57,14 e 19,01 milhões de €, respetivamente. A análise da infraestrutura verde/azul no controlo de cheia mostra que há benefícios na utilização destes elementos - entre 9,7 e 16,2 para a estrutura e 0,33 e 2,92 milhões de € para o recheio.

Os espaços verdes urbanos também têm um contributo direto na valorização financeira dos bens imóveis, sendo vários os autores que têm dado especial atenção a esta questão: um estudo realizado na Finlândia, em 2000, por Tyrvaenen e Miettinen, demonstrou que o valor de um imóvel decresce 6% por cada afastamento de um quilómetro da área verde urbana (Gonçalves, 2010). Jim e Chen (2006) também comprovaram a existência de uma relação direta na valorização do imobiliário urbano localizado na proximidade de espaços verdes.

Concomitantemente, os espaços verdes em áreas urbanas têm a capacidade de providenciar alimentos, podendo estes ser rentabilizados do ponto de vista económico pela comunidade local. Num estudo elaborado por Cerón-Palma *et al.* (2013), os autores referem a importância que a agricultura urbana começa a ter nas cidades ocidentais, reforçando a ideia que esta é uma opção viável que contribui para a construção de cidades e comunidades autossustentáveis.

Duffy *et al.* (2008) referido em Forest Research (2010) efetuou uma análise de custo-benefício que suporta SUDS e indica que este tipo de sistema de drenagem bem estruturado e mantido é mais rentável do ponto de vista económico e mais vantajoso a longo prazo do que as soluções de drenagem convencionais.

3.5 A infraestrutura verde na gestão da água

3.5.1 Redução do volume de escoamento e atenuação do caudal de ponta

A performance hidrológica e os benefícios da implementação das IFV na gestão da água pluvial e, consequentemente, na minimização dos impactos da precipitação nas áreas urbanas têm sido

mostrados em diversos estudos e a variadas escalas. As águas pluviais têm de ser geridas e para isso há várias soluções que são importantes na redução do escoamento superficial. Alguns exemplos de elementos de IFV que constituem boas práticas de gestão da água em zonas urbanas são, por exemplo, uma rua arborizada, um parque verde, renaturalização de cursos de água canalizados, corredores verdes, coberturas verdes, pavimentos permeáveis, bacias de retenção, jardins de chuva, entre outros.

As árvores interceptam a precipitação e contribuem para diminuir o escoamento superficial da água (Sanders, 1986). Armson *et al.* (2013) estudaram o papel das árvores e das gramíneas na redução do escoamento superficial em áreas urbanas, através da medição da quantidade da água da chuva que entrava no sistema de drenagem de águas pluviais. Das três superfícies testadas - asfalto, asfalto com canteiro urbano ao centro plantado com uma árvore e gramíneas –, cada qual com uma área de 9 m², a grama foi a que apresentou valores de percentagem de redução do escoamento superficial mais elevados: reduzindo o escoamento em 99% comparativamente ao asfalto. As árvores dos canteiros urbano reduziram o escoamento até 62%. Estes resultados sugerem, portanto, que aumentar a quantidade de vegetação em áreas urbanas contribui para aumentar a capacidade de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, reduzir o risco de inundação urbana.

Outros estudos na mesma linha temática evidenciaram o papel que as raízes das árvores desempenham no aumento da infiltração e na redução do escoamento superficial: Ellis *et al.* (2006) referido em Armson *et al.* (2013), demonstraram que as cinturas de árvores podem reduzir o escoamento numa encosta agrícola com herbáceas em 32% a 68% para um evento de precipitação com um período de retorno de dez anos (24,5 mm em 30 min) e em 100% para um evento de precipitação com um período de retorno de dois anos (48 mm em 13 min). Joffre e Rambal (1993) referido em Armson *et al.* (2013) mostraram no seu estudo que as árvores plantadas em encostas cobertas de vegetação herbácea proliferavam o armazenamento de água debaixo do seu dossel, contribuindo, assim, para reduzir o escoamento superficial e atenuar o processo de erosão hídrica do solo.

Também as coberturas verdes contribuem com benefícios significativos para a gestão da água urbana, incluindo a gestão das águas pluviais: Dietz (2007) asseverou que uma cobertura verde pode reduzir em 60% a 70% o volume de água em relação a um telhado tradicional. Alfredo *et al.* (2009) referido em Qin *et al.* (2013) concluíram, através do seu estudo, que as coberturas verdes podem atrasar e prolongar a descarga de água desta cobertura, e conseqüentemente reduzir a sua taxa de pico em 30%-78% comparativamente a uma superfície de telhado convencional.

A magnitude da retenção de água depende da estrutura da cobertura verde (a quantidade de camadas e respetivas profundidades), das condições climáticas e da intensidade e quantidade de precipitação (Mentens *et al.*, 2006): dependendo das suas características, nomeadamente da espessura e do tipo de vegetação, esta infraestrutura poderá reduzir o escoamento superficial entre 50% e 90% (Pinto, 2014); a capacidade de retenção de água pelas coberturas verdes também está dependente da estação do ano: por exemplo, no verão, as coberturas verdes podem reter 70% a 90% da precipitação, enquanto no inverno podem reter entre 25% a 40% da água pluvial (Green roofs for healthy cities, s.d.)

Qin *et al.* (2013) concluíram que o uso de valas, pavimentos permeáveis e coberturas verdes são mais eficazes na redução do risco de inundações durante tempestades mais intensas e de curta duração do que os sistemas de drenagem convencional.

Num estudo efetuado por Dreelin *et al.* (2006), com o principal objetivo de investigar a eficácia dos pavimentos permeáveis no controlo do escoamento superficial de águas pluviais em solos argilosos, os autores mostraram que o uso de pavimentos permeáveis reduz cerca de 93% do escoamento superficial e apresenta bons resultados quando usado para controlar eventos pluviais de intensidade reduzida.

Num outro estudo desenvolvido por Liu *et al.* (2014b), à escala comunitária em Pequim, o qual consistia em quantificar a eficácia da IFV na redução do volume e do caudal de ponta durante quatro eventos pluviais, com diferentes intensidades, os autores concluíram que as superfícies impermeáveis representam um contributo muito significativo para proliferar o escoamento superficial de água e que a configuração integrada das IFV se apresentou como a solução mais eficaz na redução do escoamento superficial (100%-85,6%) e do caudal de ponta (100%-93,1%), apresentando percentagens de redução bastante significativas, dependentes da intensidade do evento de precipitação. Corroborando esta posição, também Mentens *et al.* (2006) apontaram que uma única IFV por si só nunca eliminará completamente o escoamento superficial, necessitando de ser combinada com outras medidas de redução de escoamento e atenuação do caudal de ponta.

3.5.2 A infraestrutura verde como prática sustentável de drenagem urbana

Quando se torna impossível intervir ao nível do sistema de drenagem de águas pluviais, pelo facto de se tornar uma solução dispendiosa ou não ser possível executar alterações, torna-se imperativa a implementação de medidas naturais de retenção de água, que permitem uma melhor gestão da água em ambiente urbano e, conseqüentemente, uma diminuição do risco de cheia e inundação. Neste sentido, a sustentabilidade associada à drenagem urbana tem sido desenvolvida em diferentes países com recurso a diferentes terminologias: *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), *Low Impact Development* (LID) ou *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), por exemplo, são várias nomenclaturas utilizadas, respetivamente, no Reino Unido, nos Estados Unidos da América e na Austrália para expressar o mesmo conceito. No entanto, na presente dissertação optou-se por utilizar a terminologia SUDS pelo facto de ser a designação mais encontrada na literatura.

Os SUDS representam um conjunto de técnicas de controlo e gestão das águas pluviais, desenvolvidos de acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável, e surgiu como alternativa ao tradicional sistema de drenagem das águas pluviais (Susdrain, s.d. i; Woods-Ballard *et al.*, 2007; Qin *et al.* 2013), sendo estes compatíveis com a utilização da IFV no controlo de inundações, através da aplicação das melhores práticas de gestão (em inglês, *Best Management Practices*).

Os principais objetivos dos SUDS consistem em reduzir os impactes do escoamento superficial ao restabelecer o processo de drenagem natural da água, maximizar os aspetos estético-paisagísticos e promover a biodiversidade em ambiente urbano (Susdrain, s.d. a; Woods-Ballard *et al.*, 2007; Hoffmann *et al.*, 2015). A implementação de SUDS possui uma certa perspetiva antropocêntrica da natureza, na

linha dos serviços de ecossistemas, ao proporcionar um conjunto de benefícios ambientais, sociais e económicos (Susdrain, s.d. l).

A Figura 3.8 apresenta esquematicamente o funcionamento do princípio de cadeia de gestão de águas pluviais dos SUDS. Esta cadeia recorre a várias técnicas de drenagem, constituídas por pequenas unidades estruturais, as quais operam em série, e que em conjunto permitem reduzir o volume de escoamento e atenuar o caudal de ponta, para além de controlar a qualidade da água pluvial, à medida que esta flui ao longo do percurso do SUDS até ao meio recetor.

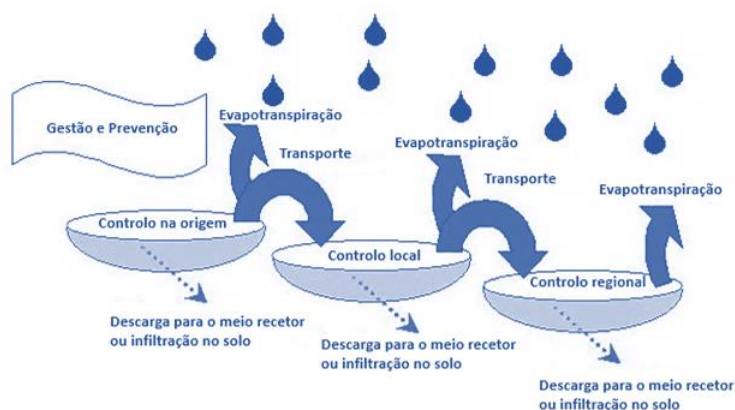


Figura 3.8 Princípio de cadeia de gestão dos SUDS (Fonte: Adaptado de SuDS Wales, 2017f)

Existe um conjunto de processos associados aos SUDS, divididos em dois grupos, os quais permitem atingir os objetivos para os quais estas infraestruturas foram projetadas: redução do volume de escoamento e atenuação do caudal de ponta, e controlo da qualidade da água pluvial.

Os SUDS incluem uma variedade de componentes, cada qual com diferentes abordagens na gestão da quantidade e qualidade da água pluvial. Acresça-se ainda que no dimensionamento e implementação de SUDS torna-se imperativo ter em consideração o contexto geográfico e os impactos das AC nos padrões de precipitação.

a. Bacias de retenção

As bacias de retenção (BR) constituem infraestruturas de controlo, regularização e armazenamento das águas pluviais, que permitem a restituição total ou parcial das águas a jusante com caudais compatíveis com o meio recetor (Lourenço, 2014), contribuindo, assim, para a redução do risco de inundação. Concomitantemente, contribuem para a melhoria da qualidade da água armazenada (Lourenço, 2014; EC, 2015c).

Existem diversos tipos de BR de acordo com (Lourenço, 2014):

- a implantação em relação à superfície do solo – bacias a céu aberto ou enterradas;
- o posicionamento relativamente ao coletor de drenagem – bacias em série ou em paralelo;
- o comportamento hidráulico (regime de armazenamento) - bacias a seco ou com um nível permanente de água.

As BR a céu aberto são reservatórios ao ar livre, construídos em terra, com taludes reforçados ou diques com proteção lateral (Lourenço, 2014). Elas são criadas aproveitando uma depressão natural existente, escavando uma nova depressão ou construindo taludes (EC, 2015h). No que respeita ao seu regime de armazenamento, estas bacias podem classificar-se em bacias secas ou bacias com um nível de água permanente (Lourenço, 2014).

As bacias secas são depressões cobertas com vegetação projetadas para estarem, normalmente, sem água, acumulando-a apenas durante e imediatamente após à ocorrência de períodos pluviais mais significativos. Este tipo de bacia está, geralmente, ligado a preocupações de integração paisagística e valorização de áreas de lazer. Contrariamente a estas, as bacias com um nível de água permanente são projetadas para reter a água permanentemente, apenas aumentando o volume armazenado aquando da ocorrência de eventos pluviais (Lourenço, 2014).

A Figura 3.9 mostra exemplos de dois tipos de BR a céu aberto: à esquerda, uma bacia de retenção a seco em Leicester, Reino Unido; à direita, um exemplo de uma bacia de retenção com nível de água permanente, construída no município de Guimarães para minimizar o risco de inundação na região.



Figura 3.9 Exemplos de BR: à esquerda, BR a seco (Fonte: Susdrain, s.d. b); à direita, BR com nível de água permanente (Fonte: Lourenço, 2014)

Sendo um espaço verde, esta infraestrutura desempenha um conjunto de funções fundamentais para o bom funcionamento dos processos biofísicos e para a promoção da qualidade ambiental no meio urbano. Para além das funções de armazenamento e gestão das águas pluviais, as BR a céu aberto são espaços multifuncionais que providenciam um conjunto de benefícios na linha dos serviços de ecossistemas, funcionando, em situação de tempo seco, por exemplo, como espaços de recreio e lazer, como campos de jogos e práticas desportivas, espaços agrícolas ou simples espaços públicos abertos (Susdrain, s.d. b; Lourenço, 2014; EC, 2015c). Podem ser plantadas árvores, arbustos e outro tipo de vegetação, contribuindo para a valorização estético-paisagística das cidades, para a produção natural de biomassa, particularmente onde a vegetação é densa, e para a criação de habitats para a fauna urbana (EC, 2015c).

À construção de BR está associada uma série de custos monetários, que vão desde os estudos e investigações geotécnicas até à manutenção. Os custos serão maiores quando forem necessárias restrições de retenção adicionais e menores, quando é feita um reaproveitamento das características topográficas naturais ou existentes (EC, 2015c).

b. Coberturas verdes

Uma cobertura verde consiste no desenvolvimento de um revestimento vegetal sobre uma superfície edificada, cultivado de forma intencional ou através da formação de habitats para que este se autoestabeleça (Raposo, 2013). Uma estrutura típica para uma cobertura verde inclui uma camada de vegetação sobre um substrato (meio de crescimento), uma camada de filtro geotêxtil e uma camada de drenagem agregada. Todas as camadas devem assentar sobre uma base de membrana impermeável. Entre a superfície impermeável e a camada drenante existe uma manta de proteção/isolamento (EC, 2015d). A Figura 3.10 exibe uma representação esquemática de uma cobertura verde.

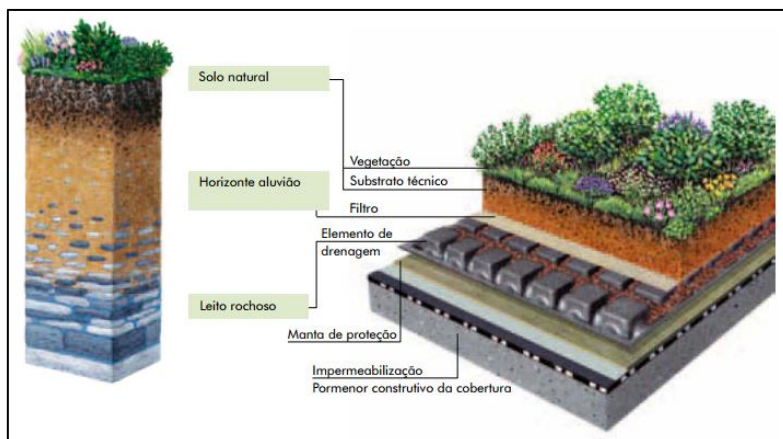


Figura 3.10 Esquema de uma cobertura verde (Fonte: ZinCo, s.d.)

Apesar de na literatura existir uma ampla gama de tipos de coberturas verdes, na presente dissertação apenas são referidos os dois tipos principais de coberturas verdes: as coberturas intensivas constituem ambientes mais “ajardinados” com elevados benefícios de amenidade, são mais espessas e suportam uma maior variedade de plantas, sendo mais pesadas (impõem uma maior carga sobre a estrutura do telhado) e requerem uma manutenção significativa e contínua; e as coberturas extensivas que são revestidas por uma camada mais fina de vegetação (plantação de pouco peso, baixo crescimento e autossustentável) e são, por isso, mais leves. A vegetação normalmente consiste de plantas resistentes, tolerantes à seca, suculentas, ervas ou gramíneas. Para além disso, são acessíveis apenas para manutenção (EC, 2015d; SuDS Wales, 2017b).

As coberturas verdes podem ser usadas numa variedade de telhados e em qualquer tamanho de superfície, embora sejam mais rentáveis quando aplicadas em grandes áreas (Woods-Ballard *et al.*, 2007).

A Tabela 3.1 apresenta uma caracterização sintetizada dos dois tipos de coberturas verdes relatados acima, e a Figura 3.11 e a Figura 3.12 ilustram exemplos destes tipos de infraestruturas.

Tabela 3.1 Síntese da caracterização dos dois tipos de cobertura verde: intensiva e extensiva (Fonte: Adaptado de Woods-Ballard *et al.*, 2007; Raposo, 2013; Pinto, 2014)

Parâmetros	Tipos de Cobertura Verde	
	Intensiva	Extensiva
Manutenção	Elevada (manutenção significativa contínua)	Baixa
Irrigação	Regular	Não exigida - Baixa
Tipo de vegetação	Plantas perenes, herbáceas, árvores e relvado	Rasteiras (Musgos, Seduns, Herbáceas e Gramíneas)
Altura do sistema construtivo	> 15 cm	< 15 cm
Peso (de saturação, incluindo a vegetação)	180 – 500 kg/m ²	60 – 150 kg/m ²
Custo	Elevado	Baixo
Utilização	Atividades de bem-estar e lazer; Biodiversidade	Proteção e funções ecológicas
Acessibilidade	Acessível	Não acessível (apenas para manutenção)
Desempenho energético	Elevado	Médio-Baixo



Figura 3.11 Exemplos de coberturas verdes intensivas: à esquerda, New Providence Wharf, Londres (Fonte: ZinCo, s.d.); à direita, torre de escritórios ACROS Fukuoka, no Japão (Fonte: Japão em foco, 2011)



Figura 3.12 Exemplos de coberturas verdes extensivas: à esquerda, clínica de cuidados paliativos na Pensilvânia, Estados Unidos da América (2001) (Fonte: Pinto, 2014); à direita, vista aérea da ETAR de Alcântara (Fonte: Águas de Portugal, s.d.)

As coberturas verdes são amplamente entendidas como uma solução capaz de gerir a água pluvial através da retenção da mesma e da detenção do escoamento superficial, permitindo reduzir e atrasar caudais de ponta no sistema de drenagem urbano e contribui para melhorar o funcionamento do mesmo. Neste sentido, destinam-se sobretudo a intercetar e reter a água pluvial e diminuir a velocidade de escoamento devido à presença da vegetação e da camada drenante, sendo mais eficazes para eventos pluviais mais frequentes e de menor intensidade, e menos eficazes para eventos extremos de precipitação. Assim, estas infraestruturas contribuem para a gestão do risco de inundação (EC, 2015d).

Acréscase ainda a possibilidade de combinar este elemento SUDS com outras soluções de aproveitamento da água pluvial como cisternas ou reservatórios subterrâneos (Figura 3.13), que poderão resultar na eliminação completa do escoamento superficial e reaproveitar essas águas para, por exemplo, alimentar sistemas de rega (Pinto, 2014).



Figura 3.13 Sistema de aproveitamento de água pluvial (Fonte: Adaptado de EC, 2015g)

A Tabela 3.2 apresenta uma série de valores de referência para a percentagem de retenção de água de coberturas verdes em função do substrato de crescimento. No entanto, importa salientar que todos os valores se referem a locais com valores de precipitação anual na ordem dos 650-800 mm, monitorizado durante um período de vários anos. Em regiões com valores de precipitação anuais mais baixos, maior é a retenção de água, contrariamente às regiões com precipitação anual superior, onde a percentagem de retenção é menor.

Tabela 3.2 Valores de referência para a percentagem de retenção de água em função da profundidade do substrato de crescimento (Fonte: Raposo, 2013)

Solução construtiva	Profundidade de substrato (cm)	Média anual de retenção de água (%)	Coefficiente anual de descarga/índice de impermeabilização
Extensiva	2 – 4	40	0,60
	4 – 6	45	0,55
	6 – 10	50	0,50
	10 – 15	55	0,45
	15 – 20	60	0,40
Intensiva	15 – 25	60	0,40
	25 – 50	70	0,30
	>50	>90	0,10

Para além da contribuição destas infraestruturas na redução e gestão do escoamento das águas pluviais, a utilização de coberturas verdes promove o aumento dos espaços verdes nas cidades, potenciando uma série de benefícios de cariz ambiental e socioeconómico (Green roofs for healthy cities, s.d.; ZinCo, s.d.; Woods-Ballard *et al.*, 2007; Raposo, 2013; Pinto, 2014): qualidade e tratamento da água pluvial, habitat para plantas e animais, valorização estética e paisagística, embelezamento do ambiente construído e aumento das oportunidades de investimento, regulação dos níveis de ruído, resistência ao fogo, regulação da temperatura urbana, melhoria da qualidade do ar e proporciona espaço de recreio e lazer e de produção de alimentos.

No entanto, apesar deste tipo de estrutura acarretar um conjunto de benefícios, existem algumas desvantagens ou inconvenientes relativamente à implementação de sistemas de coberturas verdes, nomeadamente:

- **Manutenção** – os requisitos de manutenção diferem entre os dois tipos de coberturas verdes. As coberturas do tipo intensivo requerem manutenção regular, enquanto as do tipo extensivo devem exigir apenas visitas anuais ou bianuais (EC, 2015d). Devido às particularidades deste sistema, é conveniente a utilização de mão-de-obra especializada, que será naturalmente mais cara do a mão-de-obra não especializada. Nesta linha de orientação, a manutenção é encarada como uma desvantagem devido ao seu custo, principalmente o das coberturas do tipo intensivo, que necessitam de uma manutenção regular e contínua (Raposo, 2013).
- **Requisitos estruturais** – outra das principais desvantagens à implementação de sistemas de coberturas verdes corresponde à carga exercida por estes sobre a estrutura de suporte, e as respetivas implicações nos custos finais (Raposo, 2013). Não é apropriado para telhados com inclinações íngremes e a instalação do sistema pode ser limitada pela capacidade estrutural do edifício (Susdrain, s.d. c): uma cobertura extensiva deve apresentar uma inclinação de 1,5% a 2%, no mínimo, de forma a garantir uma boa drenagem natural e, um máximo de 30% de inclinação (Pinto, 2014).

- **Custos** – o custo de capital varia consideravelmente de acordo com o tipo e capacidade da cobertura (Green roofs for healthy cities, s.d.; Woods-Ballard *et al.*, 2007). Acresça-se ainda que os custos também estão dependentes se o sistema de cobertura verde será incorporado num novo edifício ou através de um processo de adaptação, sendo bastante provável que estes sejam mais elevados no caso de adaptação. As estimativas de custo de capital variam com a literatura, embora o “consenso” indique intervalos de 90 € a 130 € por m² para o tipo extensivo e 130 € a 180 € por m² para o intensivo (Green roofs for healthy cities, s.d.). Assim, a principal desvantagem apresentada por este tipo de infraestrutura é o investimento inicial elevado.

c. **Pavimentos permeáveis**

Os pavimentos permeáveis (Figura 3.14) são infraestruturas alternativas à pavimentação “convencional” e são utilizados para promover a infiltração e, consequentemente, reduzir os volumes de água que flui pelo sistema de drenagem. A água pode infiltrar-se diretamente no solo e subsolo ou alternativamente, pode ser detida num reservatório sob a pavimentação para posterior reutilização, infiltração ou descarregada a uma taxa controlada no sistema de drenagem, de modo a evitar picos de cheias que possam causar inundações repentinas (Susdrain, s.d. e; Woods-Ballard *et al.*, 2007; EC, 2015e).

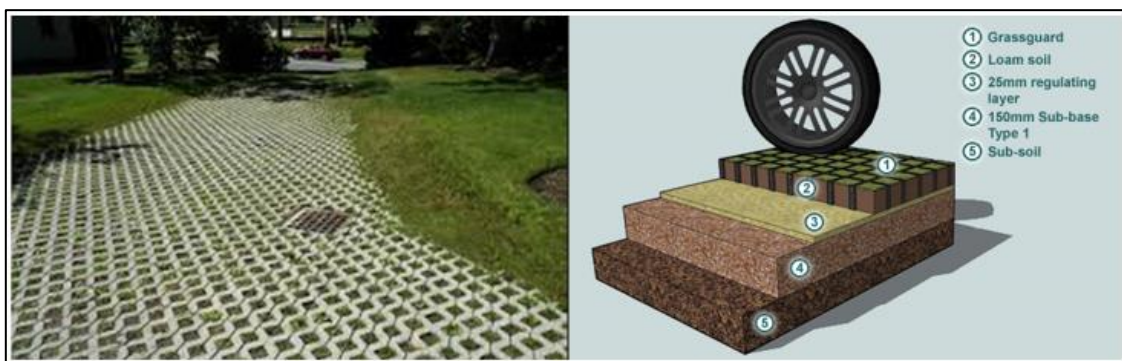


Figura 3.14 Esquema de um pavimento permeável (Fonte: SuDS Wales, 2017d)

“Pavimento permeável” é utilizado como um termo geral, podendo distinguir-se dois tipos (Susdrain, s.d. e; EC, 2015e):

- **Pavimento poroso**, onde a água é infiltrada em toda a sua superfície;
- **Pavimento permeável**, onde materiais tais como tijolos são dispostos de forma a fornecer espaço vazio até à sub-base, permitindo a infiltração da água através do padrão de vazios.

Ambos os tipos de pavimento permitem a redução do volume de escoamento das águas pluviais e atenuação do caudal de ponta, e potenciam o armazenamento da água, quer da própria área de localização quer das zonas circundantes, se forem projetados e dimensionados adequadamente. Consequentemente, reduzem o risco de inundação a jusante (Susdrain, s.d. e; EC, 2015e). Quando combinados com outros componentes SUDS contribuem significativamente na gestão sustentável do escoamento superficial e no risco de inundação, particularmente em áreas urbanas (EC, 2015e).

Este tipo de infraestrutura tem inúmeras aplicações, nomeadamente pode ser aplicada em áreas industriais e residenciais, praças, calçadas e parques de estacionamento ou combinada com outras superfícies permeáveis por forma a promover uma maior infiltração, e permitem um uso multifuncional de espaço (Susdrain, s.d. e; Woods-Ballard *et al.*, 2007; EC, 2015e).

d. Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são estruturas pouco profundas, de desenvolvimento longitudinal, cuja principal função é recolher e armazenar, temporariamente, as águas pluviais. A água recolhida é posteriormente infiltrada no solo ou transportada até ao meio recetor ou coletor (Susdrain, s.d. d; Woods-Ballard *et al.*, 2007; SuDS Wales, 2017c). Desta forma, contribuem para a redução do escoamento superficial e do risco de inundação urbana. As características físicas e geométricas dependem das características específicas do local e dos critérios de desenvolvimento do projeto. Apesar de serem estruturas pouco profundas, geralmente não superior a 1 metro, a profundidade varia com a literatura: enquanto uns autores definem uma profundidade entre 1 a 2 metros (Woods-Ballard *et al.*, 2007), outros propõem uma profundidade compreendida, aproximadamente, entre 1 a 4 metros (Nieber *et al.*, 2007). A inclinação longitudinal não deve exceder 2%, para garantir baixas velocidades de escoamento, necessárias à remoção dos poluentes e promoção da infiltração. As valas são preenchidas total ou parcialmente com material granular, como brita ou cascalho, com um diâmetro entre 40 e 60 mm. Todo o material deverá estar envolvido em geotêxtil (com um grau de permeabilidade superior ao do solo circundante) de forma a impedir a migração de partículas finas e detritos para o seu interior e evitar, desta forma, a contaminação do solo (Woods-Ballard *et al.*, 2007).

As trincheiras de infiltração apresentam um melhor desempenho quando integradas em rede com outras técnicas e obedecendo ao princípio da cadeia de gestão dos SUDS, por forma a armazenar o escoamento perante eventos pluviais extremos (Woods-Ballard *et al.*, 2007).

A Figura 3.15 mostra, à esquerda, uma secção típica de uma trincheira de infiltração e, à direita, um exemplo de integração de uma trincheira de infiltração no paisagismo local.

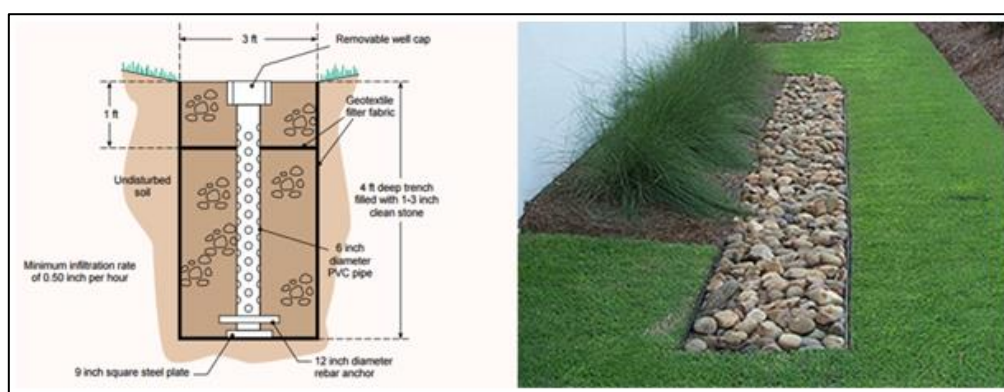


Figura 3.15 À esquerda, secção típica de uma trincheira de infiltração (Fonte: Nieber *et al.*, 2007); à direita, integração de uma trincheira de infiltração no paisagismo local (Fonte: Adaptado de SuDS Wales, 2017c)

São diversos os campos de aplicação das trincheiras de infiltração devido ao seu perfeito enquadramento na paisagem urbana, podendo ser utilizadas em torno de campos de jogos, áreas de

lazer e espaços abertos, áreas residenciais, comerciais e industriais, por exemplo. No entanto, existem determinados aspetos a ter em consideração aquando da implementação deste tipo de infraestrutura, nomeadamente, a profundidade do nível freático e da camada impermeável, a inclinação do terreno, o tipo de solo e a relação entre a superfície impermeabilizada da bacia e a área disponível para infiltração (Woods-Ballard *et al.*, 2007).

e. Valas com coberto vegetal

As valas com coberto vegetal (*swales*, em inglês) são uma técnica de controlo na origem e representam depressões de desenvolvimento linear, a céu aberto e cobertas com vegetação. Estas infraestruturas têm por objetivo recolher, armazenar e transportar o escoamento superficial da água, bem como promover a sua infiltração ao longo do percurso (Susdrain, s.d. g; EC, 2015i; SuDS Wales, 2017a). Adicionalmente, as valas também atuam ao nível do tratamento da qualidade da água pluvial, uma vez que estas infraestruturas são eficientes na remoção de poluentes através da filtração e sedimentação (Susdrain, s.d. g; Ahiablame *et al.*, 2012; EC, 2015i).

A Figura 3.16 exhibe um exemplo de integração de uma vala com coberto vegetal no paisagismo local (à esquerda) e um protótipo de uma vala revestida com vegetação (à direita).

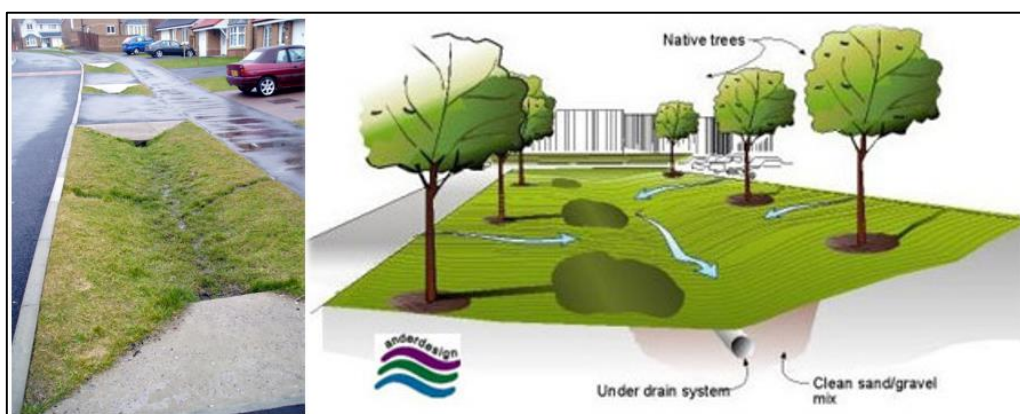


Figura 3.16 À esquerda, exemplo de integração de uma vala com coberto vegetal no paisagismo local (Fonte: Susdrain, s.d. g); à direita, um protótipo de uma vala revestida com vegetação (Fonte: SuDS Wales, 2017a)

Pelo facto de constituírem soluções bem integradas no meio urbano, são diversos os campos de aplicação das valas, podendo ser utilizadas em espaços residenciais, comerciais e/ou industriais, bem como em locais contaminados ou a montante de aquíferos vulneráveis, desde que seja aplicado na base um forro impermeável. Estas estruturas são uma solução que apresenta uma maior eficácia de funcionamento quando combinada com outros componentes SUDS (Susdrain, s.d. g; EC, 2015i).

f. Sistemas de biorretenção – Jardins de chuva

Os jardins de chuva (*rain gardens*, em inglês) são bacias ajardinadas pouco profundas e de pequenas dimensões, baseadas no conceito de biorretenção e utilizadas para captar e filtrar a água pluvial. Estes sistemas de biorretenção para além de estarem mais direcionados para o tratamento das águas pluviais, contribuem, também, para reduzir o volume de escoamento superficial e atenuar o caudal de ponta, através da promoção da infiltração da água no solo (Susdrain, s.d. f; Woods-Ballard *et al.*, 2007;

EC, 2015f). Deste modo, contribuem para reduzir o risco de inundação urbana, sendo mais eficazes quando combinados com outros componentes SUDS.

Existem alguns estudos que têm quantificado os impactos dos jardins de chuva na redução do volume de escoamento superficial local: um estudo realizado em Londres, por exemplo, previu uma redução de 70% a 96%, 8% a 39% e 4% a 16% para um evento pluvial com um período de retorno de 1 a 2 anos, de 30 anos e de 100 anos, respetivamente (URS, 2013 referido em EC, 2015f).

Pela componente estética que esta solução oferece, são diversos os seus campos de aplicação, podendo ser aplicada ao nível residencial, próximo de propriedades particulares e de edifícios, por exemplo, para infiltrar a água proveniente dos sistemas de drenagem de telhados próximos (EC, 2015f), bem como em espaços não residenciais, a longo de estrada, autoestradas e parques de estacionamento, comerciais e em alguns locais industriais (Susdrain, s.d. f; Woods-Ballard *et al.*, 2007; EC, 2015f).

Ao criar espaços verdes urbanos, os jardins de chuva podem contribuir para a produção natural de biomassa, particularmente onde a vegetação é densa, e promovem a biodiversidade. Comparativamente com os restantes elementos SUDS, os jardins de chuva podem acomodar vegetação mais diversificada e, portanto, podem ser mais eficazes na preservação e promoção da biodiversidade (Figura 3.17). O seu potencial para incorporar numa IFV pode torná-los um elemento importante, não só na gestão da qualidade e quantidade da água, mas também na preservação da biodiversidade em paisagens urbanas (EC, 2015f). Adicionalmente, a introdução de vegetação em ambiente urbano para além de providenciar benefícios estético-paisagísticos e de promover a ocorrência de processos biofísicos e a qualidade ambiental, constitui um importante instrumento de adaptação às AC.



Figura 3.17 À esquerda, jardim de chuva (Fonte: Susdrain, s.d. f); à direita, jardim de chuva com diversas plantas ornamentais (Fonte: This is old house, s.d.)

O custo de implementação deste tipo de infraestrutura está dependente de alguns fatores, tais como da preparação do local e do tipo de vegetação selecionado: se para a implementação do jardim de chuva houver necessidade de escavação prévia e instalação de novo meio de crescimento, os custos serão muito maiores; contrariamente, se o jardim não necessitar de escavação, apenas implicando uma modificação de uma área plantada existente, os custos serão muito menores (EC, 2015f).

g. Zonas húmidas

As zonas húmidas (em inglês, *wetlands*) funcionam como importantes infraestruturas na gestão da água pluvial, tanto ao nível da quantidade como da qualidade. Estas zonas compreendem lagoas rasas e áreas pantanosas, cobertas quase inteiramente por vegetação ripícola, a qual contribui para a redução da velocidade da corrente. As zonas húmidas têm a capacidade de regular os fluxos e deter uma determinada quantidade de água durante um determinado período de tempo, intervindo também ao nível da qualidade da água com a sedimentação das partículas, e posterior remoção dos contaminantes (Susdrain, s.d. h; SuDS Wales, 2017e). Contudo, as zonas húmidas, que não são normalmente concebidas para proporcionar uma atenuação significativa do volume de escoamento, fornecendo apenas um armazenamento temporário da água pluvial, requerem um fluxo de base contínuo para suportar uma comunidade rica em biodiversidade, incluindo vegetação aquática e microrganismos (Woods-Ballard *et al.*, 2007).

Estas zonas proporcionam espaços verdes adicionais e recursos naturais dentro das cidades. Consequentemente, providenciam outros benefícios sociais e ecológicos significativos, uma vez que constituem espaços de recreio e lazer, corredores para a vida selvagem se mover entre habitats e habitats ecológicos de elevado valor (Susdrain, s.d. h; Woods-Ballard *et al.*, 2007; SuDS Wales, 2017e).

A Figura 3.18 apresenta um exemplo de integração de uma zona húmida próxima de uma zona habitacional.



Figura 3.18 Exemplo de uma zona húmida (Fonte: Susdrain, s.d. h)

3.6 Exemplos de projetos de integração de infraestrutura verde

Inúmeras iniciativas de conservação e de integração do espaço verde urbano, que incorporam o conceito e as abordagens da IFV, ocorreram/ocorrem em todo o mundo. Neste capítulo pretende-se dar a conhecer vários casos de estudo que recorreram às IFV como instrumento de gestão da água. Os exemplos apresentados abrangem uma diversidade de escalas e contextos, de âmbito nacional e

internacional, e vários tipos de paisagem, com abordagens urbanas diferentes ao nível de planeamento técnico e de envolvimento comunitário.

3.6.1 Bacias de retenção, Guimarães

De acordo com o sítio da internet da Câmara Municipal de Guimarães (CMG), as três bacias de retenção, com uma capacidade total das três bacias de 25 500 m³, construídas pela autarquia na cidade são exemplo nacional na prevenção de cheias em meio urbano (CMG, 2016). Aquando da construção desta solução, cerca de 2.214,000 m³ de água foram regulados num período de dez meses, compreendido entre 1 de maio de 2015 e 17 de fevereiro de 2016. Segundo Domingos Bragança, Presidente do município, *“Esta obra tem resolvido o problema das inundações, que eram recorrentes”* (CMG, 2016).

A construção das bacias (Figura 3.19), com recurso à engenharia natural (EN), teve como principal objetivo o melhoramento e a manutenção da função hidráulica da ribeira da Costa, constituindo, desta forma, uma solução eficaz no controlo e gestão da água pluvial, combatendo a problemática das cheias e a possibilidade de inundações a jusante.



Figura 3.19 BR do município de Guimarães (Fonte: Adaptado de CMG, 2016)

Para além da redução do volume de escoamento e atenuação do caudal de ponta, este projeto contribui para a valorização estético-paisagística do ambiente urbano, bem como para a preservação dos espaços verdes existentes, promovendo a sustentabilidade e a biodiversidade do sistema natural. Para além disso, permitiu criar corredores ecológicos fluviais e aumentar o grau de utilização pública destas áreas naturais, conectando as pessoas aos espaços ribeirinhos (CMG, 2016).

3.6.2 Bacia do rio Odelouca - sub-bacia hidrográfica do Arade, Algarve

A construção da barragem de Odelouca, em 2010, implicou uma alteração morfológica significativa no curso médio do rio Odelouca. Antes da construção da barragem, as secções a montante e a jusante do rio já tinham sido modificadas pelas atividades humanas, nomeadamente devido à agricultura de extensos bosques de citrinos em detrimento da vegetação ripícola, causando perturbações nas

margens dos rios. A construção da barragem e a área alagada afetaram a seção do rio com melhor preservação ecológica, o que conduziu à necessidade de restaurar a funcionalidade do rio, a capacidade de retenção de água do sistema e a função do ecossistema (EC, 2015b).

O clima na região é quente temperado seco, com uma precipitação média anual de 934 mm e uma temperatura média de cerca de 17,6°C (EC, 2015b).

A implementação do projeto de reabilitação das zonas ribeirinhas e cursos de água no rio Odelouca, cujos objetivos eram a conservação da biodiversidade e da vegetação ripícola, estabilização e controlo da erosão e formação e manutenção do solo, implicou medidas de mitigação e compensação, assim como técnicas de EN, nomeadamente reflorestação das margens com espécies autóctones e remoção de espécies invasoras nas zonas de vegetação ripícola (EC, 2015b).

As zonas ribeirinhas proporcionam uma série de serviços relacionados com o ecossistema, sendo a vegetação ripícola fundamental para a saúde física, química e trófica dos cursos de água, os quais traduzem-se num conjunto de benefícios, diretos e indiretos, de cariz ambiental, dos quais cita-se, com maior relevância para a presente dissertação, o aumento da capacidade de armazenamento e retenção de água no solo, contribuindo para a redução do escoamento superficial da água e, consequentemente, para atenuar a vulnerabilidade à ocorrência de cheias (EC, 2015b).

Relativamente aos custos económicos, assevera-se que para a concretização do projeto foram gastos um total de 5 698 300 €. O custo médio anual de manutenção é de 5% do custo do investimento inicial. Prevê-se que a manutenção deve ser de três anos, pelo que o custo total de manutenção pode ser estimado em 15% do custo do investimento (EC, 2015b).

3.6.3 Coberturas verdes, Genebra, Suíça

Este caso de estudo localiza-se na cidade de Genebra, na Suíça. Genebra tem um clima frio temperado húmido, uma precipitação média anual de 915 mm e uma temperatura média de 10,7°C. Para além disso, a evapotranspiração média local é de 1,5 mm/dia, o escoamento médio é de 302 mm e o coeficiente médio de escoamento de 0,33 (EC, 2014a).

O projeto descreve como as coberturas verdes foram implantadas no telhado de um hospital com 0,55 ha de área, tendo como principal objetivo diminuir o risco de inundação urbana. Esta cobertura foi projetada para reter cerca de 30 m³/dia de água no solo e plantas. A implementação da infraestrutura projetada conjectura um aumento de armazenamento de água de 60% e, uma redução do escoamento, também de 60%, o que permitiu asseverar, nesta situação, que uma cobertura verde retém aproximadamente 60% da quantidade de água comparativamente a um telhado convencional (EC, 2014a).

Relativamente a custos monetários, para a implementação do projeto foram gastos um total de 4 000 000 de € (EC, 2014a).

3.6.4 Ecoaldeia de Tamera, Odemira

A ecoaldeia de Tamera é uma propriedade de 133 ha localizada no Monte do Cerro, no concelho de Odemira, onde o clima da região é quente temperado seco, com uma precipitação média e uma temperatura média de 1065 mm/ano e de 14,5°C, respetivamente (EC, 2014b).

Um dos principais problemas que assolam a região onde a ecoaldeia foi construída está relacionado com questões de gestão da água: chuvas fortes causando inundações e, por outro lado, escassez de água e secas. Assim, de forma a contornar a situação, as soluções ecológicas e tecnológicas projetadas e implementadas nesta ecoaldeia incluem, entre outras, a conceção de “paisagens de retenção de água” com o objetivo de restabelecer o ciclo hidrológico, para uma gestão sustentável da água. Para a concretização deste objetivo foi considerado um conjunto de medidas, nomeadamente, ações de restauro e gestão ecológicas, como a reflorestação e plantação de vegetação mista de cobertura do solo e gestão holística das zonas de pastoreio, design inovador, valas e a construção de espaços de retenção de água sob a forma de lagos e lagoas descentralizados. A água armazenada nas bacias construídas contribuiu substancialmente para suprir determinadas necessidades da comunidade, sendo utilizada para fins domésticos, para a agricultura e para outras atividades recreativas (EC, 2014b).

A implementação do projeto acarretou um conjunto de benefícios na linha dos serviços de ecossistemas, tais como aumento da capacidade de armazenamento de água e consequente redução do escoamento superficial da água, aumento da produtividade agrícola, promoção da biodiversidade, criação de corredores ecológicos e habitats para a vida selvagem e armazenamento e fixação do carbono atmosférico (EC, 2014b).

Relativamente aos custos económicos para conceção da ecoaldeia, assevera-se que apenas para a construção de lagos de retenção de água foram gastos mais de 500 000 €. Este projeto foi finalista do *Buckminster Fuller Challenge*, em 2012, e foi considerado como uma estratégia eficaz de adaptação, a nível local, às AC (EC, 2014b).

3.6.5 “Derbyshire Street Pocket Park”, Londres

O principal objetivo do projeto “*Derbyshire Street Pocket Park*” consistia em criar um espaço útil e sustentável, preconizado através de um conjunto de objetivos específicos, nomeadamente com a promoção e utilização de SUDS para que toda a água fosse tratada no local, contribuindo, posteriormente, para reduzir o volume de escoamento e atenuar o caudal de ponta, minimizando o risco de inundação e promovendo a drenagem natural e o restabelecimento do ciclo natural da água (Susdrain, s.d. j).

Foram seis os componentes de SUDS usados no projeto, conectados entre si, de forma a gerir a água pluvial local: canteiros de atenuação, pavimento permeável, coberturas verdes, jardins de chuva, caldeiras para árvores e uma vala revestida com vegetação (Susdrain, s.d. j).

O percurso da água inicia-se quando esta é retida pelos canteiros de atenuação pluvial. Quando estes atingem o ponto de saturação, descarregam o excedente sob o pavimento permeável. Quando o

espaço de armazenamento sob a pavimentação permeável atinge o ponto de saturação, a água em excesso flui para o jardim da chuva. O mesmo processo acontece para as coberturas verdes existentes nas instalações de armazenamento das bicicletas e dos contentores do lixo. Todas as superfícies impermeáveis drenam a água para os jardins de chuva através de uma ligeira inclinação do solo. Os dois jardins de chuva e as caldeiras para árvores são ligados por uma conduta de argila subterrânea, de forma a possibilitar o movimento subterrâneo da água do jardim de chuva maior para o mais pequeno aquando da saturação daquele, que, se encontra ligado à vala a partir de uma conduta subterrânea. A água adicional proveniente do telhado de *Oxford House* é descarregada na vala. Esta infraestrutura foi projetada para armazenar a água abaixo da superfície e, uma vez saturada, cria lagoas à superfície em duas pequenas bacias. Quando estas atinjam a sua capacidade, existe um ponto de limite máximo que faz a ligação a uma vala convencional (Susdrain, s.d. j).

Apesar de não ser concebida para um período de retorno específico, a rede de drenagem projetada é eficaz para eventos com um período de retorno de 100 anos. Para além disso, é capaz de reter cerca de 25 m³ de água, incluindo a capacidade de armazenamento de água já existente no local (Susdrain, s.d. j).

Em termos monetários, o custo total do parque foi, aproximadamente, 136 000 €. Os custos de manutenção dos SUDS também são baixos. Não é possível proceder a uma comparação entre os custos de implementação dos SUDS e o sistema de drenagem convencional, uma vez que a rede de drenagem já existia no local aquando da conceção do projeto. Contudo, o custo de pavimentação da área em vez de criar o jardim da chuva e a vala teria sido muito maior (Susdrain, s.d. j).

A Figura 3.20 mostra algumas imagens de *Derbyshire Street* e *Pocket Park*.



Figura 3.20 Imagens de *Derbyshire Street* e *Pocket Park* (Fonte: Susdrain, s.d. j)

3.6.6 High Line Park, Nova Iorque

O *High Line* (Figura 3.21) é um parque público com 2,3 km de comprimento, construído sobre uma linha ferroviária suspensa desativada, elevada a 8 metros do chão e com 2,6 km, na cidade de Nova Iorque (Cidades Sustentáveis, 2013; Friends of the high line, s.d.).

A história do *High Line* começa quando o estado de Nova Iorque, em 1999, propõe a demolição da estrutura ferroviária. No entanto, com o objetivo de evitar a demolição de *High Line* e clamar pela sua preservação e transformação num espaço público, dois jovens nova-iorquinos fundaram a associação sem fins lucrativos “*Friends of the High Line*”. Em 2002 a associação realizou um estudo, no qual comprovou que o projeto de renovação do *High Line* era economicamente viável, abrindo um concurso para candidaturas a projetos (*Designing the High Line*), recebendo o apoio do estado de Nova Iorque (Friends of the high line, s.d.).

Em 2004, “*Friends of the High Line*” e o estado de Nova Iorque realizaram um processo para selecionar a equipa de projeto para a transformação da *High Line*, sendo a equipa escolhida constituída por James Corner Field Operations, Diller Scofidio + Renfro e Piet Oudolf (Friends of the high line, s.d.).

A implantação do projeto ocorreu de forma faseada: o início da construção do parque linear deu-se em 2006, sendo a primeira secção de intervenção inaugurada em 2009; dois anos depois, a segunda secção foi inaugurada; e, por fim, a terceira secção foi inaugurada em 2014 (Friends of the high line, s.d.).

Este parque público urbano possui várias espécies de plantas perenes, gramíneas, arbustos e árvores, as quais foram escolhidas com base em quatro fatores: robustez, sustentabilidade, cor e textura. Várias das espécies que originalmente cresceram na linha ferroviária foram incorporadas na paisagem (Friends of the high line, s.d.). O *High Line* consiste essencialmente numa cobertura verde no topo de uma ferrovia elevada, no qual existem várias camadas, incluindo uma camada porosa de drenagem, cascalho, filtro de tecido, do subsolo e do solo superficial (American Society of Landscape Architects, s.d.), funcionando como um sistema de drenagem que ajuda a reduzir o escoamento de águas pluviais em até 80% (Friends of the high line, s.d.). Esta IFV, para além do impacto socioeconómico que tem na região, providencia benefícios ambientais, nomeadamente, melhora a *walkability* e a circulação da água, sequestro do dióxido de carbono e redução do efeito da ilha de calor urbano (American Society of Landscape Architects, s.d.), bem como serve de habitat para várias espécies de animais, promovendo, desta forma, a biodiversidade em ambiente urbano (Friends of the high line, s.d.).



Figura 3.21 Imagem do *High Line* (Fonte: American Society of Landscape Architects, s.d.)

3.6.7 “Cheonggyecheon Linear Park”, Seul, Coreia do Sul

O rio *Cheonggyecheon* é um curso de água, com cerca de 10 km de comprimento, que, no passado, fluía no sentido Oeste-Este ao longo da zona Nordeste de Seul, na Coreia do Sul (Mariarinaldi, 2007).

Na década de 60, como resultado de um desenvolvimento urbano inexorável, um troço de 6 km de comprimento foi coberto com uma estrutura de betão, dando lugar a uma estrada e tendo uma autoestrada suspensa construída com 5,4 km de comprimento. A construção destas infraestruturas acarretou uma série de problemas de cariz ambiental, nomeadamente aumento da poluição sonora, atmosférica, bem como problemas relacionados com a gestão da água em ambiente urbano (Mariarinaldi, 2007). Na década de 90, começaram a aparecer sinais de deterioração da infraestrutura construída e o risco de colapso era cada vez mais evidente, pelo que começaram a ser postas em causa a integridade estrutural e segurança da autoestrada (Mariarinaldi, 2007). Foi neste contexto que começou a ser formulado o projeto de renaturalização do rio *Cheonggyecheon* como alternativa para lidar com a estabilidade e problemas de segurança da estrutura, mas também como forma de revitalizar a economia da área e melhorar a componente ambiental local (Mariarinaldi, 2007).

O projeto permitiu a construção de um parque público linear de lazer e recreio, permitindo conectar as pessoas à natureza. A revitalização da linha de água permitiu restaurar a sua função hidráulica e hidrológica, traduzindo-se numa melhoria da gestão da água em ambiente urbano e, consequentemente, na redução do risco de inundação urbana. Para além disso, incrementou o valor das propriedades envolventes, promoveu a biodiversidade e contribuiu para a valorização estético-paisagística da região (Mariarinaldi, 2007).

A implementação do projeto começou em 2003 e as obras de requalificação terminaram em 2005. Apesar da execução do projeto estar em curso, em 2004, este foi apresentado na 9ª Exposição Internacional de Arquitetura, em Veneza, vencendo o prémio “*Città d'Acqua*” (Mariarinaldi, 2007).

Os custos de implementação do projeto rondaram os 720 milhões de € (Mariarinaldi, 2007).

A Figura 3.22 apresenta um conjunto de imagens do *Cheonggyecheon Linear Park*.



Figura 3.22 Imagens do *Cheonggyecheon Linear Park* (Fonte: Adaptado de Mariarinaldi, 2007).

3.6.8 “Live with Water”, Holanda

O projeto “*Live with Water*” consistiu numa campanha de sensibilização da população sobre o impacto das AC nos recursos hídricos e no risco de inundação. Para além deste propósito, o projeto também teve como objetivo evidenciar perante a comunidade o papel da IFV no fornecimento de soluções naturais para controlar o escoamento de água superficial, reduzindo a necessidade de defesas artificiais contra inundações. De forma a transmitir a informação, a campanha utilizou vários meios de comunicação social bem como eventos comunitários informativos. Com este projeto, o governo holandês gastou 1,3 milhões de € para aumentar a consciencialização pública nacional sobre o risco de inundação nos Países Baixos (Naumann *et al.*, 2011).

3.6.9 “Ekostaden Augustenborg”, Malmo, Suécia

O projeto “*Ekostaden Augustenborg*” foi uma iniciativa de regeneração urbana, em estreita cooperação com toda a comunidade, para o bairro de *Augustenborg*, em Malmo, Suécia, o qual vivenciou vários episódios de inundação devido à sobrecarga dos sistemas de drenagem existentes (Naumann *et al.*, 2011). Este projeto recorreu a vários componentes SUDS, como bacias de retenção, coberturas verdes, sistemas de valas e espaços verdes, para melhorar a regulação do escoamento superficial da água pluvial e consequentemente combater os problemas de inundações que assolam a região (Naumann *et al.*, 2011). Cerca de 90% do escoamento de água proveniente dos telhados e das superfícies impermeáveis são conduzidas para o sistema de águas pluviais na área da habitação. O principal objetivo da implementação do projeto era que 70% da água pluvial deveria ser tratada em todo o bairro de *Augustenborg* (Malmo Stad, s.d.). As coberturas verdes e os sistemas de valas que conduzem a água até às bacias de retenção contribuíram para cessar as inundações na região (Malmo Stad, s.d.).

Para além dos benefícios relacionados com a redução do volume de escoamento e atenuação do caudal de ponta, a implementação do projeto acarretou um conjunto de benefícios de cariz ambiental e social, como por exemplo, a melhoria da qualidade da água, a redução de emissões de carbono, recarga de água subterrânea, valorização paisagística, melhoria dos espaços urbanos existentes, promoção da biodiversidade local com a criação de habitats, melhoria da qualidade de vida dos habitantes e aumento da produção local de alimentos (Naumann *et al.*, 2011).

Este projeto teve um custo de financiamento total de 22 milhões de €. No que respeita a custos de manutenção, assevera-se que são requeridos cerca de 17 000 € anuais (Naumann *et al.*, 2011).

3.6.10 Queen Caroline Estate, Londres

O projeto foi implementado e concluído no âmbito do projeto *LIFE + Climate proofing Social Housing Landscapes*, e consistiu na implementação de soluções de drenagem sustentável em três propriedades residenciais da cidade de Londres. A concretização do projeto contribuiu para transformar grandes áreas impermeáveis em paisagens altamente permeáveis, com consequente incremento da resiliência da comunidade aos impactos das AC (Susdrain, s.d. k).

A comunidade foi envolvida durante todo o processo de desenvolvimento do projeto, como também durante o processo construtivo, por forma a identificar os problemas de drenagem existentes e as

prioridades para melhorar o espaço aberto. O envolvimento dos moradores foi fundamental para perceber as suas necessidades, que se baseavam no facto de quererem uma paisagem mais interessante e colorida, bem como oportunidades para a produção local de alimentos (Susdrain, s.d. k).

Os componentes SUDS usados neste projeto, coberturas verdes, jardins de chuva, bacias de retenção e pavimento permeável, foram integrados na paisagem e seleccionados com base em levantamentos locais para mapear a vegetação existente, os padrões de drenagem, padrões de uso, acesso e movimento. A drenagem de águas superficiais está conectada ao sistema de drenagem unitário (Susdrain, s.d. k).

Foram instalados 142 m² de coberturas verdes em armazéns e outras infraestruturas de apoio (Figura 3.23) e jardins da chuva dentro das áreas pavimentadas e ao lado das estradas da propriedade para drenar o escoamento superficial e plantados com uma mistura de arbustos e vegetação perene (Susdrain, s.d. k).

Queen Caroline Estate tem uma estrutura aberta com grandes áreas de espaço aberto entre os blocos residenciais e muitos destes possuem telhados inclinados que drenam a água através de caleiras exteriores. Esta combinação possibilitou a implementação de valas revestidas com vegetação, jardins de chuva e bacias de retenção (Figura 3.23) para gerir a água proveniente dos telhados e das superfícies impermeáveis. No seu conjunto, os elementos SUDS têm a capacidade para controlar eventos pluviais com um período de retorno de 100 anos (Susdrain, s.d. k).

Para além disso, também foi proposto um jardim de chuva vertical para uma fachada de um dos prédios (*Mary House*), que será irrigado com a água armazenada no telhado do edifício. O excesso de água irá drenar para os jardins de chuva adjacentes (Susdrain, s.d. k).



Figura 3.23 Componentes SUDS utilizados no projeto: (a) cobertura verde; (b) vala de escoamento; (c) BR; (d) bacia de retenção rochosa. (Fonte: Adaptado de Susdrain, s.d. k).

3.6.11 Slowing the Flow, Pickering, North Yorkshire

A cidade de Pickering em North Yorkshire, onde o clima é frio temperado húmido com uma precipitação média anual na ordem dos 600-900 mm, apresenta um historial de eventos de inundação, com acontecimentos mais recentes em 1999, 2000, 2002 e 2007. Este último causou um prejuízo monetário

na ordem dos 8 000 €. O projeto intitulado *"Slowing the Flow at Pickering"*, um dos três projetos-piloto financiados pelo programa de gestão de inundações do *Department for Environment, Food & Rural Affairs* (financiamento total de 1 580 €), tinha como principal objetivo mostrar como as soluções naturais de gestão do solo podem ajudar a reduzir e a controlar o risco de inundação de origem fluvial na cidade. Assim, o projeto recorre à implementação de várias medidas e técnicas naturais de gestão de inundações, tais como construção de barragens com baixo nível de armazenamento e barragens de detritos lenhosos (*woody debris dams*, em inglês), plantação de vegetação ripícola, estabelecimento e gestão das planícies aluviais, bloqueio de drenos de charnecas e estabelecimento de zonas tampão e medidas de cariz agrícola (EC, 2015a).

O projeto teve impactes biofísicos significativos, nomeadamente no que respeita à atenuação e controlo do escoamento, redução da taxa do caudal de ponta e redução do risco de inundação: a implementação das barragens contribuiu para um armazenamento de 85 000 m³ de água, a vegetação ripícola permitiu reduzir o volume de escoamento de 15 000 m³ a 53 000 m³ e a planície de inundação permitiu um aumento de 14% no armazenamento de água, contribuindo, desta forma, para atrasar o pico de inundação em vinte minutos (EC, 2015a).

As medidas foram mais eficazes em termos de custo-benefício do que medidas convencionais ou de engenharia "pesada" de controlo de inundações. Os benefícios da regulação de inundações com a criação florestal são assumidos ao fim de três anos, enquanto os impactes das barragens são imediatos (EC, 2015a).

As principais aprendizagens retiradas do projeto são, entre outras, que as barragens com baixo nível de armazenamento podem ser mais eficazes no controlo da água do que a vegetação da floresta, embora ambas sejam complementares, as comunidades locais estão aptas a aceitar abordagens de controlo de inundações e a avaliação dos serviços de ecossistemas sugere que a implementação de medidas florestais unicamente para a regulação de inundações não é rentável do ponto de vista económico, destacando a necessidade de se ter em conta outros benefícios dos ecossistemas (EC, 2015a).

4 Instrumentos de Gestão Territorial/Enquadramento Legal

A elaboração da proposta de IFV para a área de estudo foi enquadrada pelos princípios orientadores da política nacional e pelas diretivas específicas, no domínio dos recursos hídricos e do planeamento e ordenamento do território. Destacam-se de seguida os principais Diplomas Legais que serviram de base orientadora para a elaboração da proposta de IFV.

4.1 Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa

A Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, que estabelece as bases da política de ordenamento do território e de urbanismo, caracteriza os Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) como instrumentos estratégicos que *“estabelecem as orientações para o ordenamento do território regional e definem as redes regionais de infraestruturas e transportes, constituindo o quadro de referência para a elaboração dos planos municipais de ordenamento do território”*.

O PROT AML foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril, e foi deliberada a sua alteração pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 92/2008, de 5 de junho.

4.1.1 Rede Ecológica Metropolitana

Do ponto de vista ecológico, o PROT AML tem como objetivo central a criação de uma Estrutura Metropolitana de Proteção e Valorização Ambiental, sendo esta concretizada no Esquema do Modelo Territorial através da Rede Ecológica Metropolitana (REM) e das áreas a estabilizar, considerados elementos estruturantes e decisivos para a sustentabilidade da AML.

Segundo o disposto na Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril, a REM *“constitui um sistema de áreas e ligações que integram, envolvem e atravessam as unidades territoriais e o sistema urbano no seu conjunto”* e encontra-se organizada em três níveis hierárquicos de acordo com a sua importância e contributo para a estruturação ambiental do território metropolitano: Rede Primária (integrando áreas e corredores primários), Rede Secundária (integrando áreas e corredores secundários) e Áreas e ligações/corredores vitais (integrando as áreas e eixos de ligação vitais).

As Redes Primária e Secundária abrangem os valores naturais mais significativos e desempenham uma função ecológica essencial e decisiva para o funcionamento equilibrado do sistema urbano metropolitano, e as Áreas Vitais assumem-se importantes para o funcionamento e qualidade do sistema urbano no seu conjunto (Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril).

A Figura 4.1 apresenta a REM da AML contemplando o concelho de Cascais e a área de estudo, delimitada a vermelho.

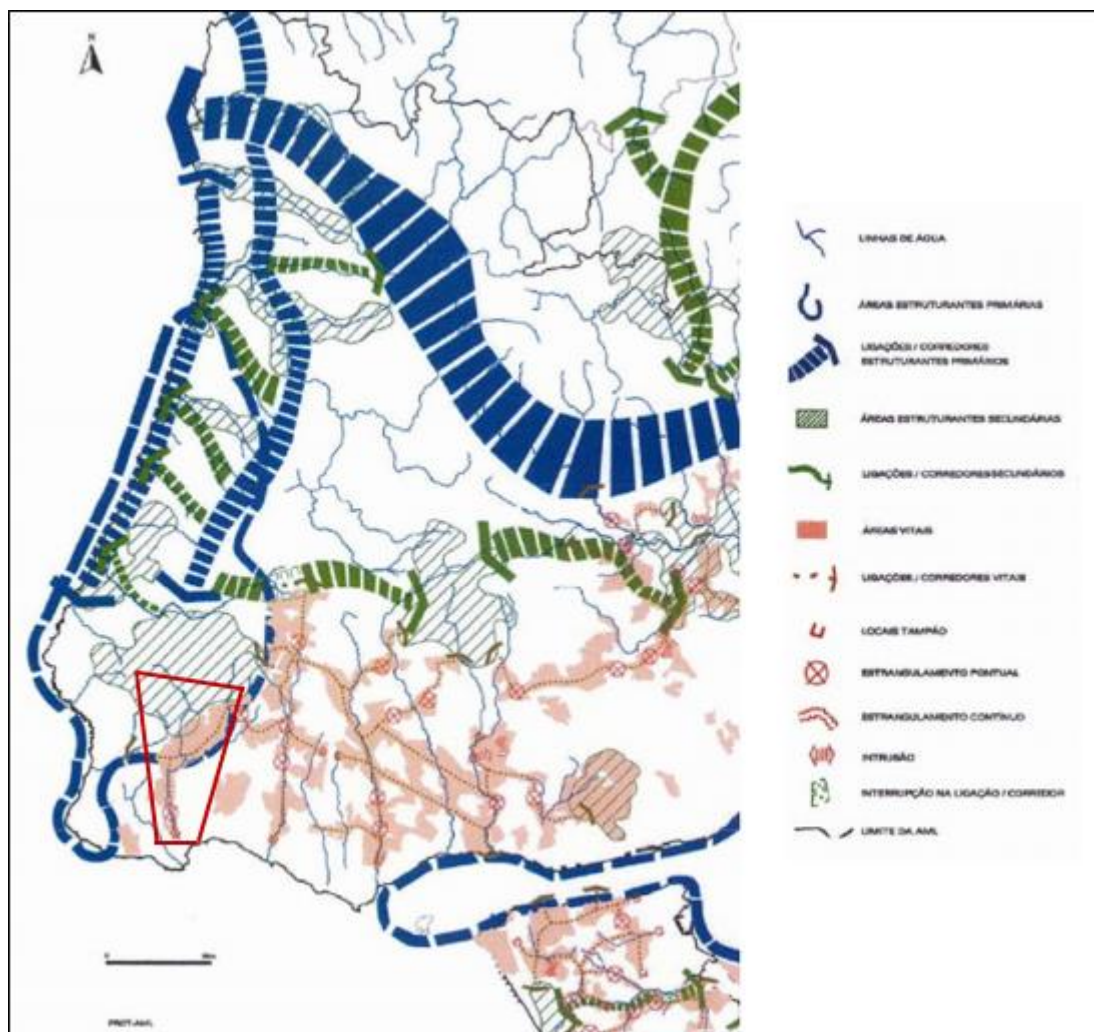


Figura 4.1 Pormenor da REM contemplando o concelho de Cascais e a AE (delimitada a vermelho) (Fonte: Adaptado de CMC, 2010)

4.2 Plano Diretor Municipal de Cascais

O Plano Diretor Municipal de Cascais (PDM Cascais) estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial, a política municipal de ordenamento do território e de urbanismo e as demais políticas urbanas, integra e articula as orientações estabelecidas pelos instrumentos de gestão territorial de âmbito nacional, regional e setorial e estabelece o modelo de desenvolvimento e de organização espacial do território (Aviso n.º 7212-B/2015, de 26 de junho de 2015).

O PDM Cascais é um instrumento legal essencial na gestão do território municipal, estabelece as orientações e as políticas de ordenamento e de urbanismo para o desenvolvimento sustentável do concelho, numa ótica de coesão territorial (Aviso n.º 7212-B/2015, de 26 de junho de 2015). O PDM Cascais tem como alguns dos seus seguintes objetivos territoriais (Aviso n.º 7212-B/2015, de 26 de junho de 2015):

- Promoção da coesão territorial, da inclusão social e do desenvolvimento sustentável;
- Promoção da reabilitação de imóveis degradados e de zonas desqualificadas ou de génese ilegal, privilegiando as intervenções no espaço público;

- Implementação da Estrutura Ecológica Municipal (EEM), através de ações que visem a biodiversidade autóctone, a manutenção dos ecossistemas naturais, a valorização paisagística e ambiental do território e o incremento da oferta de espaços verdes de utilização coletiva e de produção agrícola em meio urbano;
- Promoção de intervenções urbanísticas segundo os princípios e as tecnologias do desenvolvimento sustentável, ao nível do planeamento, da urbanização e da edificação;
- Promoção da economia verde, do ambiente e da ecologia.

As atuações com incidência, direta ou indireta, na ocupação, uso ou transformação do solo a praticar ou a desenvolver por qualquer entidade na área territorial do município de Cascais regem-se pelo disposto no referido diploma legal (Aviso n.º 7212-B/2015, de 26 de junho de 2015).

4.3 Estrutura Ecológica Municipal

A EEM é uma componente do planeamento do território estabelecido pelo Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), cabendo aos instrumentos de gestão territorial a sua identificação.

De acordo com o artigo 16º do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, que aprova a revisão do RJIGT, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro, a EEM é definida como “as áreas, os valores e os sistemas fundamentais para a proteção e valorização ambiental dos espaços rústicos e urbanos, designadamente as redes de proteção e valorização ambiental, regionais e municipais, que incluem as áreas de risco de desequilíbrio ambiental”. A Estrutura Ecológica é um instrumento de ordenamento do território que tem como principal objetivo a preservação e salvaguarda de áreas essenciais para a manutenção dos serviços ecológicos, quer em espaços rurais quer em espaços urbanos, não constituindo uma categoria autónoma, podendo incidir em qualquer categoria ou subcategoria de solo rural ou urbano. Os regimes de uso do solo das categorias ou subcategorias que integrem áreas da EEM devem contemplar as características e as funções ecológicas dessas mesmas áreas. Constitui um instrumento de relevância, uma vez que inclui a delimitação das zonas ameaçadas por cheias, estabelecendo, ainda, a proteção das cabeceiras dos cursos de água e zonas suscetíveis a elevados riscos de erosão.

A EEM de Cascais pretende ser um modelo de gestão operacional, integrando tanto as áreas humanizadas como os sistemas naturais numa rede, com o principal objetivo de preservar e valorizar o património natural e histórico-cultural (Agência Cascais Natura, 2009).

A EEM de Cascais está estruturada em três componentes, como se observa na Figura 4.2, (CMC, 2015q):

- **Estrutura Ecológica Fundamental (EEF):** compreende as áreas que asseguram a biodiversidade e o funcionamento da paisagem, constituindo o suporte de sistemas ecológicos fundamentais de elevado interesse nacional, bem como recursos naturais que, pelo seu inquestionável valor, devem ser salvaguardados de usos passíveis de conduzir à sua

destruição e degradação de modo irreversível. Integram a EEF os solos qualificados como espaço natural de nível 1;

- **Estrutura Ecológica Urbana (EEU):** integra as áreas que constituem o suporte dos sistemas ecológicos fundamentais e complementares, cuja proteção é indispensável ao funcionamento sustentável do solo urbano, bem como todos os espaços verdes de utilização coletiva essenciais ao lazer dos cidadãos e à amenização ambiental e valorização paisagística. Inclui os solos qualificados como espaço natural de nível 3, espaço verde de recreio e produção, espaço verde de proteção e conservação e espaço verde de proteção a infraestruturas;
- **Estrutura Ecológica Complementar (EEC):** integra as áreas com valores e características naturais, culturais e paisagísticos que devem ser preservadas e valorizadas, sujeitas a uma regulamentação específica, de acordo com a sua sensibilidade ecológica, garantindo a interligação e coerência com a estrutura ecológica municipal fundamental. Integram a EEC os solos qualificados como espaço natural de nível 1 e de nível 2.

ESTRUTURA ECOLÓGICA DE CASCAIS				
Estrutura Ecológica Fundamental	Estrutura Ecológica Urbana			Estrutura Ecológica Complementar
<ul style="list-style-type: none"> - Reserva Ecológica Nacional; - Reserva Agrícola Nacional; - Domínio Público Hídrico; - Rede Natura 2000; - Parque Natural Sintra-Cascais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espaço de Áreas Inundáveis; - Espaço Verde de Recreio e Lazer; - Espaço Verde de Enquadramento; - Reserva Ecológica Nacional; - Reserva Agrícola Nacional. 			<ul style="list-style-type: none"> - Espaço Natural; - Espaço Agrícola; - Espaço de Intervenção Específica; - Espaço Verde de Atividades Específicas; - Espaço Canal.
<ul style="list-style-type: none"> - Parques de Natureza; - Corredores Ecológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parques Infantis; - Jardins e Parques (<3ha); - Quintas Históricas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jardins Urbanos (≥3ha). 	<ul style="list-style-type: none"> - Espaço Verde de Enquadramento; - Espaço Canal; - Árvores de Arruamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parques de Natureza; - Percursos Pedonais e Cicláveis; - Espaços de Interesse para Conservação da Natureza e Promoção da Biodiversidade.

Figura 4.2 EEM de Cascais (Fonte: Adaptado de Agência Cascais Natura, 2009)

4.4 Reserva Agrícola Nacional

A Reserva Agrícola Nacional (RAN) foi inicialmente criada pelo Decreto-Lei nº451/82, de 16 de novembro, constituindo um regime especial de proteção do solo agrícola face ao seu uso para outros fins que não os agrícolas e florestais.

O atual regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional (RJAN) encontra-se estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro.

De acordo com a legislação em vigor, a RAN destina-se a proteger as áreas que “*em termos agroclimáticos, geomorfológicos e pedológicos apresentam maior aptidão para a atividade agrícola*”. É uma restrição de utilidade pública, à qual se aplica um regime territorial especial, que estabelece um conjunto de condicionantes à utilização não agrícola do solo, identificando quais as permitidas tendo em conta os objetivos do presente regime nos vários tipos de terras e solos. As áreas da RAN devem

ser afetadas à atividade agrícola e são áreas *non aedificandi*, numa ótica de uso sustentado e de gestão eficaz do espaço rural.

A RAN tem como principais objetivos proteger o recurso solo, como suporte do desenvolvimento da atividade agrícola, contribuir para o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola, promover a competitividade dos territórios rurais, contribuir para o ordenamento do território e para a preservação dos recursos naturais, assegurar a acessibilidade dos recursos às gerações futuras, contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza e adotar medidas preventivas de gestão do recurso “solo” (Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março).

Ainda de acordo com o mesmo documento legislativo, são interditas todas as ações que diminuam ou destruam as potencialidades para o exercício da atividade agrícola das terras e solos da RAN, tais como, entre outras, intervenções ou utilizações que provoquem a degradação do solo, nomeadamente erosão, compactação, desprendimento de terras, encharcamento, inundações, excesso de salinidade, poluição e outros efeitos perniciosos.

4.5 Reserva Ecológica Nacional

A REN, inicialmente criada pelo Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de julho, é uma estrutura biofísica que integra áreas com valor e sensibilidade ecológicos ou expostas e com suscetibilidade a riscos naturais. É uma restrição de utilidade pública que estabelece condicionamentos à ocupação, ao uso e à transformação do solo a usos e ações compatíveis com os seus objetivos (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto).

O atual regime jurídico da REN é o que consta do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, com a redação do seu artigo 20.º dada pelo artigo 21.º do Decreto-Lei n.º 96/2013, de 19 de julho.

A REN visa contribuir para a ocupação e o uso sustentáveis do território e tem como objetivos proteger os recursos naturais água e solo, bem como salvaguardar sistemas e processos biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico terrestre, prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza e ainda contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto).

4.6 Plano Sectorial da Rede Natura 2000

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia resultante da aplicação da Diretiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril de 1979 (Diretiva Aves) - revogada pela Diretiva 2009/147/CE, de 30 de novembro - e da Diretiva 92/43/CEE (Diretiva Habitats) que tem como principal objetivo assegurar a conservação a longo prazo das espécies e dos habitats mais ameaçados da Europa, contribuindo para travar a perda de biodiversidade. Constitui o principal instrumento para a

conservação da natureza na União Europeia (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho).

Esta rede é constituída por Zonas de Proteção Especial (ZPE), criadas ao abrigo da Diretiva Aves e que se destinam, essencialmente, a garantir a conservação das espécies de aves e seus habitats, e por Zonas Especiais de Conservação (ZEC) – também designadas de Sítios de Importância Comunitária (SIC) –, criadas ao abrigo da Diretiva Habitats, com a finalidade de contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais e das espécies da flora e da fauna incluídos nos seus anexos (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho).

Nestas áreas, as atividades humanas deverão ser compatíveis com a preservação dos valores de conservação de determinados habitats e espécies, através de uma gestão sustentável e holística, quer do ponto de vista ecológico como socioeconómico (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho).

O Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro, ao efetuar a transposição conjunta para o direito interno das Diretivas Aves e Habitats, estabeleceu os mecanismos necessários à gestão dos sítios e das ZPE relativo ao território continental. Ainda nos termos daquele diploma, prevê a elaboração de um plano sectorial relativo à execução da Rede Natura 2000 que deverá estabelecer as orientações para a gestão territorial nos sítios e nas ZPE, bem como as medidas referentes à conservação das espécies da fauna, flora e habitats, tendo em conta o desenvolvimento económico e social das áreas abrangidas.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho aprovou o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000) relativo ao território continental.

O PSRN2000 é um instrumento de gestão territorial, enquadrado no Decreto-Lei n.º 140/99 de 24 de abril, que visa a salvaguarda e valorização das ZEC e das ZPE do território continental, bem como a manutenção das espécies e habitats num estado de conservação favorável nestas áreas. Na sua essência, é um instrumento para a gestão da biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais e seminaturais e das espécies da fauna e flora selvagens, que define as orientações estratégicas para a gestão do território abrangido por estas áreas, considerando os valores naturais que nelas ocorrem (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho).

O Sítio Sintra/Cascais, nacionalmente regido através do PSRN2000, tem uma área total de 16 632 ha, dos quais 2641 ha abrange o concelho de Cascais. Este Sítio caracteriza -se por uma grande diversidade de habitats e um enorme valor florístico associado a um grande número de endemismos lusitanos. Acresça-se ainda o facto deste Sítio assumir uma intrínseca relação com uma outra área classificada de âmbito nacional: o PNSC. Para esta área, o PSRN2000 identifica as principais ameaças, objetivos de conservação e orientações de gestão para cada espécie e habitat protegido (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho).

4.7 Plano de Ordenamento do Parque Natural Sintra-Cascais

Inicialmente como Área de Paisagem Protegida de Sintra-Cascais, criada em 1981, pelo Decreto-Lei nº292/81 de 15 de outubro, por forma a combater a crescente e intensa pressão urbanística que se fazia sentir, ameaçando uma área com valores naturais, culturais e paisagísticos. Posteriormente, em 1994, foi classificado como Parque Natural, pelo Decreto Regulamentar n.º 8/94 de 11 de março. De acordo com o Artigo 7º do Decreto-Lei n.º 19/93 de 23 de janeiro, entende-se por parque natural uma área com paisagens naturais, seminaturais e humanizadas de interesse nacional, sendo exemplo da integração harmoniosa da atividade humana e da natureza, apresentando amostras de um bioma ou região natural (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1-A/2004, de 8 de janeiro).

O Plano de Ordenamento do Parque Natural de Sintra-Cascais (POPNSC), atualmente em revisão, tem a natureza de regulamento administrativo e com ele devem conformar-se os planos municipais e intermunicipais de ordenamento do território, bem como os programas e projetos, de iniciativa pública ou privada, a realizar na sua área de intervenção. O POPNSC estabelece regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e fixa os usos e o regime de gestão com vista a garantir a manutenção e a valorização das características das paisagens naturais e seminaturais e a diversidade biológica da respetiva área de intervenção (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1-A/2004, de 8 de janeiro).

4.8 Plano Regional de Ordenamento Florestal da Área Metropolitana de Lisboa

O Plano Regional de Ordenamento Florestal da Área Metropolitana de Lisboa (PROF AML), de acordo com o descrito no artigo 1º, Capítulo I, Anexo A, do regulamento do plano (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro), é um instrumento de gestão de política sectorial, que incide sobre os espaços florestais e visa enquadrar e estabelecer normas específicas de uso, ocupação, utilização e ordenamento florestal na AML, por forma a promover e garantir a produção de bens e serviços e o desenvolvimento sustentado destes espaços. O plano tem uma abordagem multifuncional, integrando as funções de produção, proteção, conservação de habitats, fauna e flora, silvo pastorícia, caça e pesca em águas interiores, recreio e enquadramento paisagístico (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro).

O PROF AML traduz uma visão para os espaços florestais da AML em que pontifique uma floresta diversificada, com espaços florestais estabilizados e explorados de uma forma sustentável (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro).

Este plano determina como objetivos gerais o aumento dos espaços florestais arborizados, o aumento de espaços florestais dedicados ao recreio e lazer, a promoção da gestão florestal sustentável, o aumento da área de espaços florestais sujeitos a gestão florestal profissional, o incentivo à gestão conjunta nas áreas de maior fragmentação da propriedade, a promoção de uma prevenção eficaz dos incêndios florestais, a adoção de modelos de silvicultura com vista a maior valorização dos espaços florestais, a promoção da utilização do uso múltiplo da floresta, a promoção da utilização e valorização da biomassa florestal residual, a estabilização dos espaços florestais, a promoção da procura de novos mercados para os produtos florestais, a promoção da recuperação dos espaços florestais degradados

com vista à sua valorização quer em termos económicos quer em termos ecológicos e o controlo e erradicação dos problemas fitossanitários (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro).

4.8.1 Sub-região homogénea de Sintra

O PROF AML compreende 11 sub-regiões homogéneas demarcadas na carta síntese constante no referido plano, sendo que, aquelas pertencentes ao município de Cascais são: a de Sintra e a das Arribas. Para a presente dissertação apenas a sub-região homogénea de Sintra tem interesse, uma vez que abrange a área de estudo (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro).

A sub-região homogénea Sintra divide-se entre os concelhos de Sintra e Cascais, incluindo as áreas mais sensíveis em termos de conservação do PNSC. Por corresponder a terrenos acidentados altamente sensíveis do ponto de vista da erosão, a primeira prioridade funcional desta sub-região será a proteção e tendo em conta o património paisagístico único que é, em segundo lugar definiu-se a função de Recreio, enquadramento e estética da paisagem. Por fim, a função conservação por incluir uma área de património reconhecido e classificado que importa conservar (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro).

A sub-região homogénea Sintra tem como objetivos específicos (Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro):

- Conservação da biodiversidade e riqueza paisagística;
- Melhoria da qualidade de vida das populações dos espaços protegidos;
- Proteção do património arqueológico e arquitetónico e da paisagem nos espaços florestais;
- Recuperação de áreas degradadas, nomeadamente as áreas ocupadas com invasoras;
- Preservação dos valores fundamentais do solo e da água;
- Ordenamento dos espaços de recreio;
- Melhoria da gestão florestal.

4.9 Domínio Público Hídrico

O Domínio Público Hídrico (DPH) é um conceito que está na base da gestão tradicional dos recursos hídricos e rege-se pela Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto. De acordo com o artigo 1.º, os recursos hídricos a que se aplica esta lei compreendem as águas, abrangendo ainda os respetivos leitos e margens, zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas. Acresça-se ainda que, em função da titularidade, os recursos hídricos compreendem os recursos dominiais, ou pertencentes ao domínio público, e os recursos patrimoniais, pertencentes a entidades públicas ou particulares.

O DPH compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas.

De acordo com o artigo n.º 24 do mesmo documento legislativo, é definido o conceito de zona adjacente, sendo entendido como toda a área contígua à margem que como tal seja classificada por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias. As zonas adjacentes estendem-se desde o limite da margem até uma linha convencional definida para cada caso no diploma de classificação, que

corresponde à linha alcançada pela maior cheia, com período de retorno de 100 anos, ou à maior cheia conhecida, no caso de não existirem dados que permitam identificar a anterior.

Nas zonas adjacentes o documento pode definir áreas de ocupação edificada proibida e/ou áreas de ocupação edificada condicionada.

No concelho de Cascais existem duas zonas adjacentes que estão classificadas por ato regulamentar. Uma delas, a Ribeira das Vinhas, tem especial interesse na presente dissertação e encontra-se delimitada a vermelho na Figura 4.3. No presente caso, após a elaboração de estudos para a ribeira das Vinhas, no âmbito do Grupo de Trabalho das Cheias, criado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 2/84, de 4 de janeiro, foi feita a delimitação da zona adjacente para esta ribeira, estabelecendo nela o regime de ocupação edificada proibida (Portaria n.º 349/88, de 1 de junho).

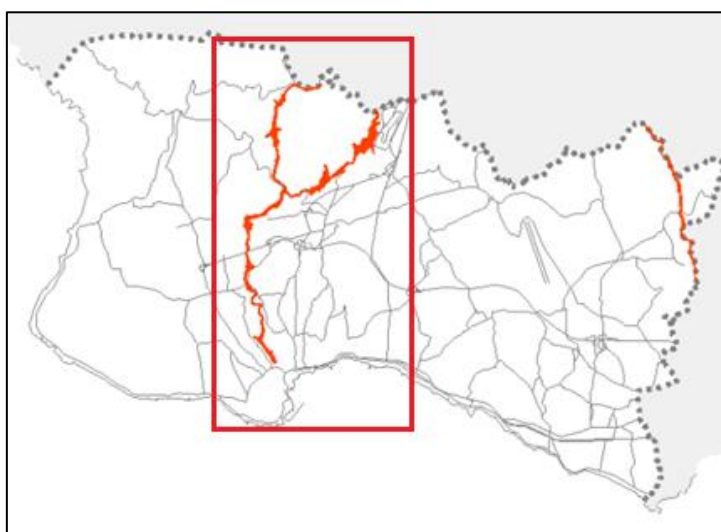


Figura 4.3 Zonas adjacentes no concelho de Cascais (Fonte: CMC, 2015p)

Nas áreas delimitadas como zona de ocupação edificada proibida é interdito destruir o revestimento vegetal ou alterar o relevo natural (com exceção da prática de culturas tradicionalmente integradas em explorações agrícolas) instalar vazadouros, lixeiras, parques de sucata ou quaisquer outros depósitos de materiais, construir edifícios ou executar obras suscetíveis de constituir obstrução à livre passagem das águas e dividir a propriedade em áreas inferiores à unidade mínima de cultura.

Nas áreas delimitadas como zonas de ocupação edificada condicionada só é permitida a construção de edifícios mediante autorização de utilização dos recursos hídricos afetados e desde que tais edifícios constituam complemento indispensável de outros já existentes e devidamente licenciados ou que se encontrem inseridos em planos já aprovados, e, além disso, que os efeitos das cheias sejam minimizados através de normas específicas, sistemas de proteção e drenagem e medidas para a manutenção e recuperação de condições de permeabilidade dos solos.

4.10 Plano Nacional da Água

A transposição para o direito nacional da Diretiva n.º 2000/60/CE (Diretiva Quadro da Água) do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, foi realizada através da publicação da Lei n.º 58/2005, de 29 de

dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho. A Lei da Água (LA) estabelece o enquadramento para a gestão das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas.

De acordo com o artigo 2.º, a presente lei tem por âmbito de aplicação a totalidade dos recursos hídricos, incluindo os respetivos leitos e margens, bem como as zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas. Para efeitos de aplicação, entende-se por:

- **Leito:** o terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, nele se incluindo os mouchões, lodeiros e areais nele formados por deposição aluvial, sendo o leito limitado pela linha da máxima preia-mar das águas vivas equinociais, no caso de águas sujeitas à influência das marés;
- **Margem:** a faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas com largura legalmente estabelecida;
- **Zona adjacente:** a zona contígua à margem que como tal seja classificada por um ato regulamentar por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias;
- **Zona de infiltração máxima:** a área em que, devido à natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições especialmente favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos.

O enquadramento e os objetivos do Plano Nacional da Água (PNA) encontram -se definidos no artigo 28.º da LA (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro).

O PNA é o instrumento estratégico para a gestão integrada da água que estabelece as grandes opções da política nacional da água e os princípios e as regras de orientação dessa política, a aplicar pelos planos de gestão de bacias hidrográficas e por outros instrumentos de planeamento das águas (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro).

Nos termos da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho foi elaborada a versão provisória do PNA, onde são definidas as grandes opções estratégicas da política nacional da água, a aplicar pelos planos de gestão de região hidrográfica (PGRH) para o período 2016-2021 e programas de medidas que lhes estão associados.

A gestão das águas prossegue três objetivos fundamentais:

- A proteção e requalificação do estado dos ecossistemas aquáticos e também dos ecossistemas terrestres e das zonas húmidas que deles dependem, no que respeita às suas necessidades de água;
- A promoção do uso sustentável, equilibrado e equitativo de água de boa qualidade, com a sua afetação aos vários tipos de usos tendo em conta o seu valor económico, baseada numa proteção a longo prazo dos recursos hídricos disponíveis;
- A mitigação dos efeitos das inundações e das secas.

4.11 Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5A)

A Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste – RH5 (Figura 4.4) – é uma região hidrográfica internacional, com uma área total em território português de 30 502 km², que integra a bacia hidrográfica do rio Tejo e ribeiras adjacentes, a bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes, conforme o disposto no Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de outubro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 117/2015, de 23 de junho (APA, 2016a).

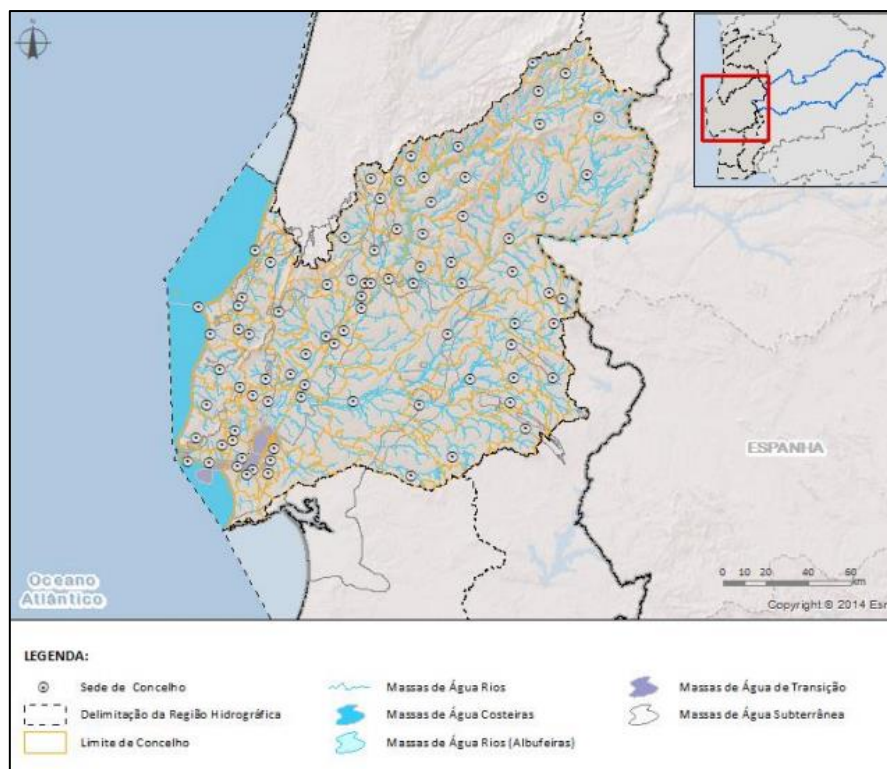


Figura 4.4 Delimitação geográfica da RH5 (Fonte: APA, 2016a)

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016 aprovou os PGRH do Minho e Lima, do Cávado, Ave e Leça, do Douro, do Vouga e Mondego, do Tejo e Ribeiras Oeste, do Sado e Mira, do Guadiana e das Ribeiras do Algarve.

O Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (PGRH RH5A), pelo qual é abrangida a área de estudo, é um instrumento de planeamento das águas que visa identificar os problemas mais relevantes das massas de água, prevenindo a ocorrência de futuras situações potencialmente problemáticas, bem como definir as linhas estratégicas da gestão dos recursos hídricos através da elaboração de um programa de medidas que garanta a prossecução dos objetivos estabelecidos na LA (APA, 2016a).

O PGRH RH5A assume os objetivos estabelecidos no Artigo 1.º da LA tendo como propósito estabelecer um enquadramento para a proteção das águas superficiais interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas que permita, entre outros, mitigar os efeitos das inundações e das secas (APA, 2016a).

4.12 Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste

O Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro, regula o processo de planeamento de recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos. O planeamento de recursos hídricos tem por objetivos gerais a valorização, a proteção e a gestão equilibrada dos recursos hídricos nacionais, assegurando a sua harmonização com o desenvolvimento regional e sectorial através da economia do seu emprego e racionalização dos seus usos.

Os planos de recursos hídricos compreendem o PNA, que abrange todo o território nacional, e os planos de bacia hidrográfica (PBH). Os PBH constituem os instrumentos onde se deverá articular o planeamento dos diversos aspetos que se prendem com a gestão dos recursos hídricos ao nível das bacias hidrográficas (Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro).

Assim, o PBH das Ribeiras do Oeste, pelo qual a área de estudo é abrangida, tem a natureza jurídica de plano sectorial, de concretização e programação das obrigações da política nacional e comunitária de ambiente no domínio dos recursos hídricos, e é um instrumento de planeamento que visa a gestão, a proteção e a valorização ambiental, social e económica destes, ao nível das bacias hidrográficas (Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro).

4.13 Plano de Gestão dos Riscos de Inundações

A Diretiva 2007/60/CE, de 23 de outubro, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, e a sua transposição para a legislação nacional, através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, estabelece um quadro nacional para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, cujo principal objetivo consiste em reduzir as consequências associadas às inundações prejudiciais para a saúde humana, incluindo perdas humanas, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas (Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro).

Para atingir o objetivo preconizado na Diretiva e no Decreto-Lei, mencionados anteriormente, o documento legislativo atribui à administração da região hidrográfica ARH a responsabilidade pela definição das zonas críticas de inundações, elaboração de cartas de zonas inundáveis e de riscos de inundações e elaboração dos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI) (Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro).

O artigo 9º do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro apresenta os PGRI e de acordo com o mesmo, os PGRI visam a redução das potenciais consequências prejudiciais das inundações para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas, nas zonas identificadas com riscos potenciais significativos (Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro).

O PGRI foi desenvolvido em estreita articulação com o PGRH, tendo as Zonas Críticas, sido agrupadas por Região Hidrográfica (no presente caso importa o PGRI RH5A). Os PGRI podem também incluir a promoção de práticas de utilização sustentável do solo, a melhoria da infiltração e da retenção da água e a inundação controlada de determinadas zonas em caso de cheia (APA, 2016b).

5 Metodologia

5.1 Introdução metodológica

A concretização do objetivo da presente dissertação assentou numa base metodológica dividida em quatro fases, de A a D, apresentada na Figura 5.1.

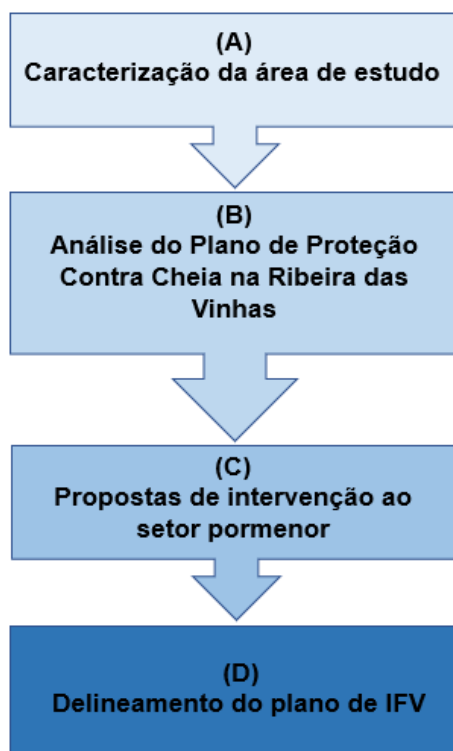


Figura 5.1 Esquema metodológico

Segue-se uma descrição detalhada das várias etapas da metodologia adotada ao longo do processo de trabalho.

A) Caracterização da AE

A caracterização da AE, apresentada no Capítulo 5.2, foi efetuada a partir da análise de documentos internos da CMC e de literatura aplicável, assim como de visitas de campo para conhecimento da realidade local, recolha de fotografias, esclarecimento de dúvidas pontuais, conversas com a comunidade local e identificação dos pontos fortes, fracos, problemáticas, potencialidades e oportunidades presentes no território. No entanto, apesar de não ser o objetivo do presente trabalho, o autor tentou perceber de que forma as características geomorfológicas e do sistema de drenagem contribuíam para a maior ou menor propensão à ocorrência de cheias rápidas de cheias. Para tal, foram utilizados o livro “Lições de Hidrologia”, da autoria de Lencastre e Franco (2010), para definições de fórmulas, expressões e valores de coeficientes, e considerados literatura e estudos para a bacia hidrográfica sobre a temática. Devido à falta de informação para a parte da bacia inserida nos limites administrativos de Sintra, não foi possível efetuar uma análise do contributo da ocupação do solo (atualmente em vigor no PDM) para a bacia. Assim, o conhecimento da propensão da bacia à

ocorrência de cheias foi conferido pela análise do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas (PPCCRV) da autoria de Pereira *et al.* (2016).

Por forma a caracterizar a AE procedeu-se ao tratamento de informação geográfica e posterior elaboração de várias cartas temáticas que antecedem a realização do plano de IFV. Para a consecução desta fase do trabalho foram utilizados métodos computacionais baseados na aplicação de uma base de dados georreferenciada: um Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1. Foi utilizada um conjunto de informação georreferenciada, a qual encontra-se apresentada na Tabela 9.1, Anexo I. O sistema de coordenadas utilizado foi ETRS1989. Pelo facto deste sistema funcionar como uma ferramenta que permite relacionar a informação alfanumérica e espacial consegue-se uma ligação direta entre os dados e as referências geográficas de um determinado local.

No entanto, é de salientar que nalguns casos houve uma readaptação dos dados, o que resultou em mapas únicos, elaborados pelo autor.

B) Análise do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas

Posterior à fase de caracterização da AE, fez-se uma análise do PPCCRV, Capítulo 5.3, com o intuito de identificar, na AE, as áreas inundáveis, para um período de retorno de 100 anos, as zonas mais afetadas ou críticas pela ocorrência de cheias determinadas pelos autores do referido plano, e conhecer as soluções hidráulicas preconizadas, e a sua localização, de forma a integrá-las e valorizá-las paisagisticamente na rede de espaços naturais e seminaturais proposta para a AE.

Importa referir que o referido projeto ainda se encontra em fase de elaboração; porém, não são previstas alterações, ou alterações significativas.

C) Propostas de atuação ao setor pormenor

Devido à ausência de informação, em formato *shapefile*, das áreas inundáveis determinadas no PPCCRV, que facilitasse o tratamento da informação em ArcGIS 10.1, assumiu-se estas áreas como as áreas suscetíveis a cheias e inundações, disponibilizadas naquele formato pela CMC, pelo facto da sua incidência no território ser similar àquelas. Tendo em conta estas áreas e a informação explanada no PPCCRV, relativamente às zonas críticas afetadas pela ocorrência de cheias, procedeu-se à elaboração de uma abordagem proposta de atuação a ser implementada ao setor pormenor nas secções de intervenção, ao longo da rede hidrográfica principal, consideradas prioritárias na AE.

São apresentadas um conjunto de soluções naturais de gestão integrada das águas pluviais e de medidas de controlo da água no local.

D) Delineamento do plano de IFV para a AE

De acordo com a informação recolhida nas etapas anteriores e dos mapas temáticos elaborados, procedeu-se ao cruzamento e análise de toda a informação e dados, e posterior seleção dos vários elementos a incluir na IFV, com o objetivo de delinear uma rede de espaços naturais e seminaturais para a AE que consiga responder, principalmente à problemática central da presente dissertação, o risco de cheia e inundação. Ao mesmo tempo, para além de melhorarem a permeabilidade da

paisagem, os elementos considerados permitem beneficiar a conectividade entre as áreas naturais existentes e providenciar outros benefícios, na linha dos serviços de ecossistemas, que contribuem para manter o equilíbrio e coesão territorial e a qualidade de vida da população. É imperativo referir que o cruzamento e análise não foram única e exclusivamente efetuados através da sobreposição das várias *layers* no *software* utilizado, como também a partir do conhecimento da realidade local através de visitas de campo periódicas (no período entre dezembro de 2016 e julho de 2017).

5.2 Caracterização da área de estudo

5.2.1 Enquadramento no PNSC e no Concelho de Cascais

A BHRV localiza-se na região hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste, na zona da Grande Lisboa, e encontra-se inserida nos concelhos de Cascais (AE deste trabalho) e Sintra (CMC, 2015p). A ribeira das Vinhas nasce na Serra de Sintra a, aproximadamente 406 m de altitude e desagua na baía de Cascais. Parte da sua bacia está dentro das delimitações do PNSC. No concelho de Cascais, a bacia hidrográfica abrange as freguesias de Alcabideche e a União das Freguesias de Cascais e Estoril.

Em termos biogeográficos, de acordo com Costa *et al.* (1998), a zona de estudo insere-se nas seguintes unidades biogeográficas: Reino Holártico, Região Mediterrânea, Sub-Região Mediterrânea Ocidental, Província Lusitano- Andalusia Litoral, Subprovíncia Divisório Portuguesa-Sadense, Sector Divisório Português, Subsector Divisório Português Setentrional e Distrito Estremenho Português, apenas na parte norte e Subsector Divisório Português Meridional e Distrito Olissiponense.

A Figura 5.2 mostra a localização da BHRV no concelho de Cascais e no PNSC.

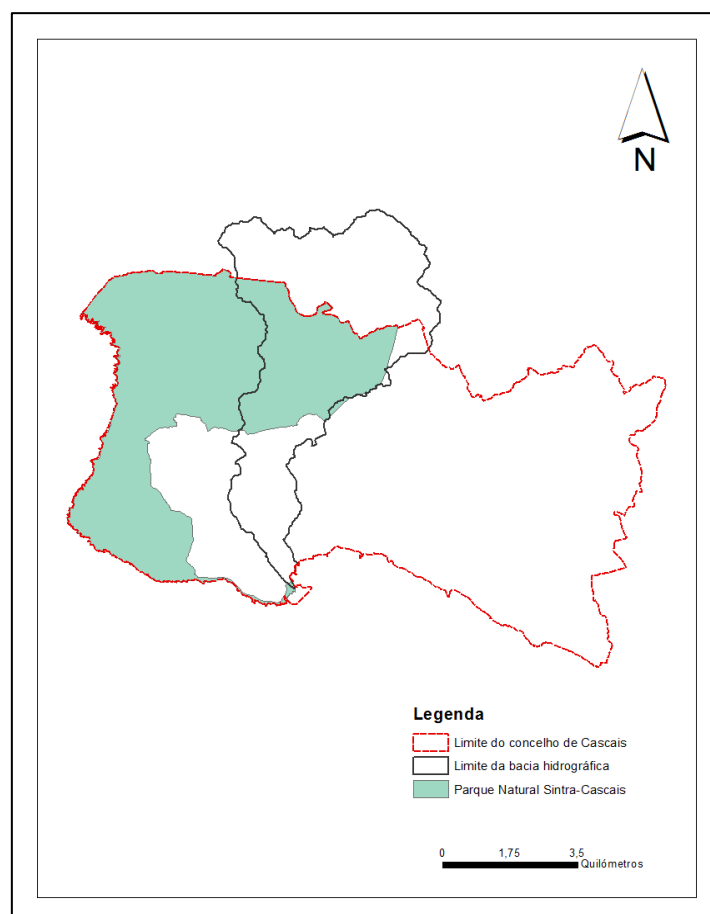


Figura 5.2 Localização da BHRV no município de Cascais e no PNSC (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

5.2.2 Clima

O clima na BHRV é influenciado pela proximidade à Serra de Sintra, a Norte, e ao Oceano Atlântico, a oeste e a sul, conferindo-lhe uma certa amenidade climática. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, possui um clima ameno, do tipo húmido (mediterrâneo), com verões secos e quentes, e estação fria húmida – Csa (Rubel e Kottek, 2010). Apresenta valores de temperatura e precipitação médias anuais de aproximadamente 15°C e 771 mm, respetivamente. No que respeita à humidade relativa e insolação, os valores médios anuais são de aproximadamente 80% e 2776 horas, respetivamente.

No Anexo II apresenta-se a informação relativa aos fatores climáticos considerados.

5.2.3 Hidrografia

A rede hidrográfica da BHRV é constituída por diversos cursos de água, os quais são designados de acordo com os nomes dos locais por onde passam: ribeira do Pisão, rio da Mula, ribeira da Penha Longa, ribeira da Atrozela, ribeira dos Marmeleiros e rio Doce. Nas proximidades da Quinta do Pisão dá-se a confluência da ribeira do Pisão e da ribeira da Penha Longa, dando origem à ribeira dos Marmeleiros. Só a partir da zona de Alvide é que a linha de água passa a ser denominada por ribeira das Vinhas (CMC, 2015p).

Na secção a montante da Quinta do Pisão, a ribeira das Vinhas tem o nome de rio da Mula, que dá o nome à albufeira que lhe está adjacente, a qual serve para abastecimento do aglomerado urbano do concelho de Cascais.

O seu leito corre, maioritariamente, no estado natural, que associado à fraca pressão urbanística que se faz sentir no troço mais a montante, possibilita a manutenção de uma vegetação ripícola propícia ao desenvolvimento de ecossistemas ribeirinhos. Deste modo a linha de água desempenha a sua função biofísica e, consequentemente, promove a biodiversidade e assume um papel relevante na regulação do ciclo hidrológico. Entre as Fontaínhas e o mercado, as margens do leito da ribeira são muros de pedra ou de betão (Figura 5.3), onde a partir desse ponto é canalizada subterraneamente, atravessando o centro da vila (CMC, 2015p).

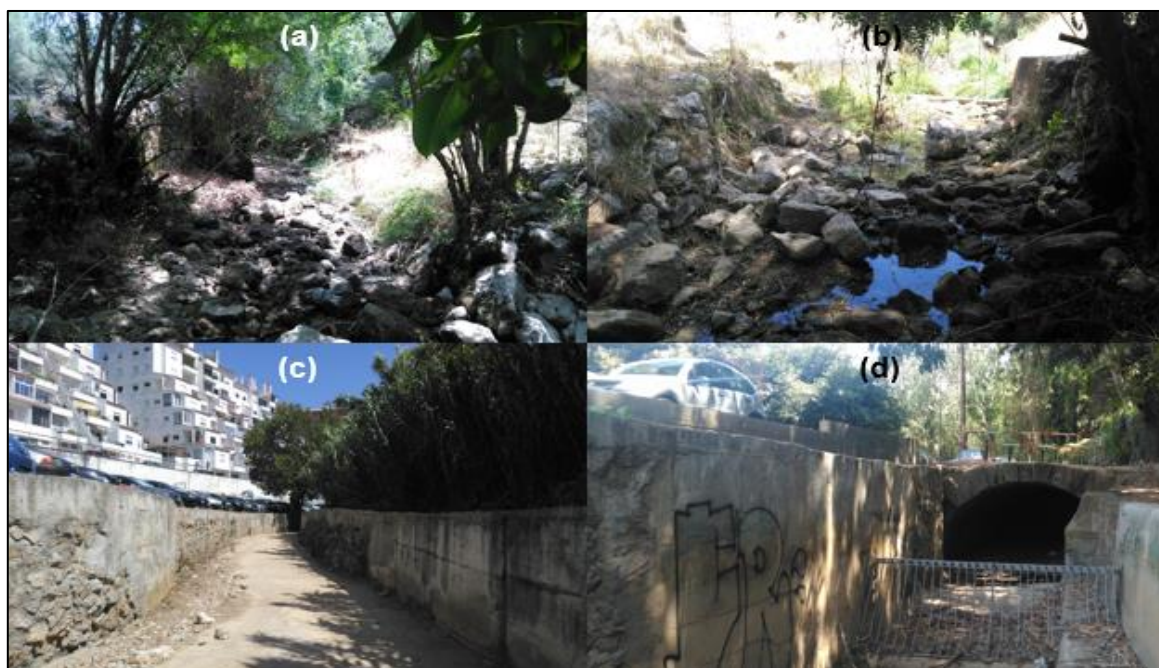


Figura 5.3 Imagens da ribeira das Vinhas: (a) e (b) leito no estado natural; (c) margens do leito da ribeira são muros de pedra ou de betão; (d) canalizada subterraneamente (Fonte: Autor)

A existência de edificado e de infraestruturas viárias situados demasiado próximos das linhas de água promovem a degradação das mesmas. Porém, verifica-se que nas situações onde existe um maior afastamento do edificado relativamente aos cursos de água, a densidade de área construída é tal que instiga a impermeabilização dos terrenos, e consequentemente, as escorrências superficiais.

5.2.4 Características geométricas e do sistema de drenagem

A BHRV caracteriza-se por ter um formato alongado, e tem uma área de, aproximadamente, 27,14 km², sendo que cerca de 15,65 km² pertencem ao concelho de Cascais (área de estudo da presente dissertação) e o restante, 11,49 km², refere-se ao município de Sintra.

No Anexo III está explanada a informação e cálculos relativos a caracterização geométrica da BHRV.

A linha de água principal, com uma extensão de 12,54 km, dos quais 8,02 km dentro da área de estudo, é de 5ª ordem, segundo o método de Strahler (Figura 9.5, Anexo IV). A ribeira do Pisão e a ribeira da

Penha Longa são cursos de água com hierarquia de 4ª ordem. Na confluência destes dois últimos cursos de água a magnitude é elevada, segundo o método de Shreve, atingindo um número de 147 tributários. Na foz da ribeira das Vinhas a magnitude atinge os 162 tributários (Tabela 9.6, Anexo IV).

No Anexo IV está explanada a informação e cálculos relativos a caracterização do sistema de drenagem da BHRV.

A rede hidrográfica principal é caracterizada por se desenvolver em vales encaixados, com leitos de cheia definidos, apresentando-se o escoamento com características torrenciais. A LAP escoia para Sul, e os seus afluentes, de um modo geral, escoam nas direções NW-SE e NE-SW. A ribeira das Vinhas possui um regime de escoamento bastante irregular, apresentando escoamento sobretudo durante a estação húmida, sendo o caudal variável de acordo com os níveis de precipitação, e ficando quase totalmente secas na época estival (CMC, 2015p). A consideração deste facto permite classificar o curso de água como intermitente (Lencastre e Franco, 2010).

A bacia tem uma densidade de drenagem de 3,57 Km/km², contribuindo maioritariamente para este valor o sector montante, sendo o Maciço Eruptivo de Sintra muito influente pelas suas características geomorfológicas.

Na Figura 5.4 apresenta-se a rede hidrográfica da BHRV.

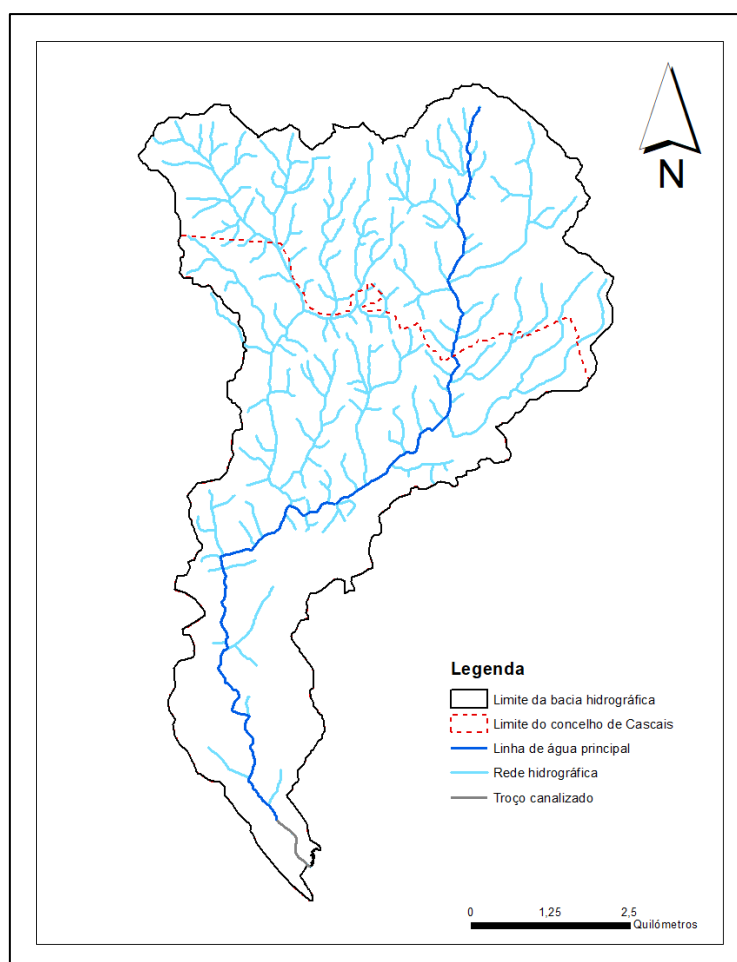


Figura 5.4 Rede hidrográfica da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

A BHRV, apesar de parecer uma bacia alongada, a suscetibilidade a cheias é moderada porque o seu setor montante é substancialmente mais amplo do que os setores intermédio e jusante (Leal e Ramos, 2013)

5.2.5 Relevo

A BHRV apresenta uma amplitude altimétrica de 0 m a 492 m, traduzindo-se na ocorrência de valores altimétricos mais acentuados a montante, devido à proximidade da Serra de Sintra e valores de altimetria menores junto à secção de referência (ver Figura 9.6 e Tabela 9.7, Anexo V). Os declives são pouco acentuados, situando-se as exceções na proximidade à serra de Sintra e no entalhe realizado pela rede hidrográfica - uma vez que os cursos de água percorrem na sua maioria vales encaixados -, onde é possível verificar zonas do terreno com um perfil mais íngreme (ver Figura 9.7 e Tabela 9.8, Anexo V). É precisamente nas exceções que a suscetibilidade a movimentos de massas em vertentes é mais acentuada. Na Figura 9.8, Anexo V, está retratada apenas a suscetibilidade da AE a movimentos de massa em vertentes, através da qual é possível corroborar a afirmação anterior. Este facto aliado à escassez de vegetação que se observa nalguns locais onde o solo é constituído, maioritariamente, por areias, intensificam os fenómenos erosivos. Uma vez que existe uma relação entre a ocorrência de cheias com os movimentos de massa, torna-se imperativo a execução de ações de consolidação das vertentes em risco, nomeadamente através do incremento da vegetação apropriada.

De forma a conhecer a variação da altitude da BHRV, apresenta-se na Figura 5.5 a sua curva hipsométrica.

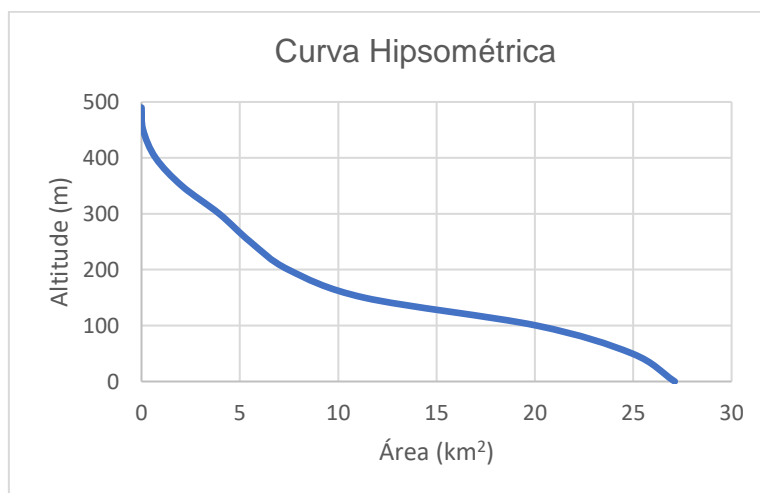


Figura 5.5 Curva hipsométrica da BHRV

Por forma a suportar a informação exposta acima, apresenta-se, na Tabela 9.9, Anexo V, a distribuição das áreas e das frequências altimétricas, para a BHRV.

Devido ao reduzido comprimento e amplitude altimétrica muito significativa, a BHRV apresenta um elevado grau de predisposição às cheias (Leal e Ramos, 2013).

5.2.6 Geologia

Na prevenção de cheias rápidas, a retenção de água no material geológico é um fator de elevado interesse, pois representa uma solução para a água que não infiltra até ao nível de saturação do solo nem é encaminhada para a secção de vazão.

Relativamente à geologia (Figura 5.6), na BHRV distinguem-se, principalmente, duas unidades estruturais: a montante, o Maciço Eruptivo de Sintra (constituído predominantemente por granito) e a sul deste relevo, uma zona mais aplanada constituída por terrenos de origem calcária. Esta bacia é caracterizada por ter, no setor montante, um substrato geológico de baixa a muito baixa permeabilidade (granitos de Sintra e calcários e margas), ao invés da restante área, que é constituída por formações de permeabilidades médias e elevadas (Leal e Ramos, 2013), como é o caso das aluviões, conjunto de materiais arenosos soltos, que ocorrem ao longo das linhas de água.

O Maciço Eruptivo de Sintra, dadas as suas idiossincrasias geomorfológicas, contribui para o aumento da ocorrência de cheias rápidas (CMC, s.d.).

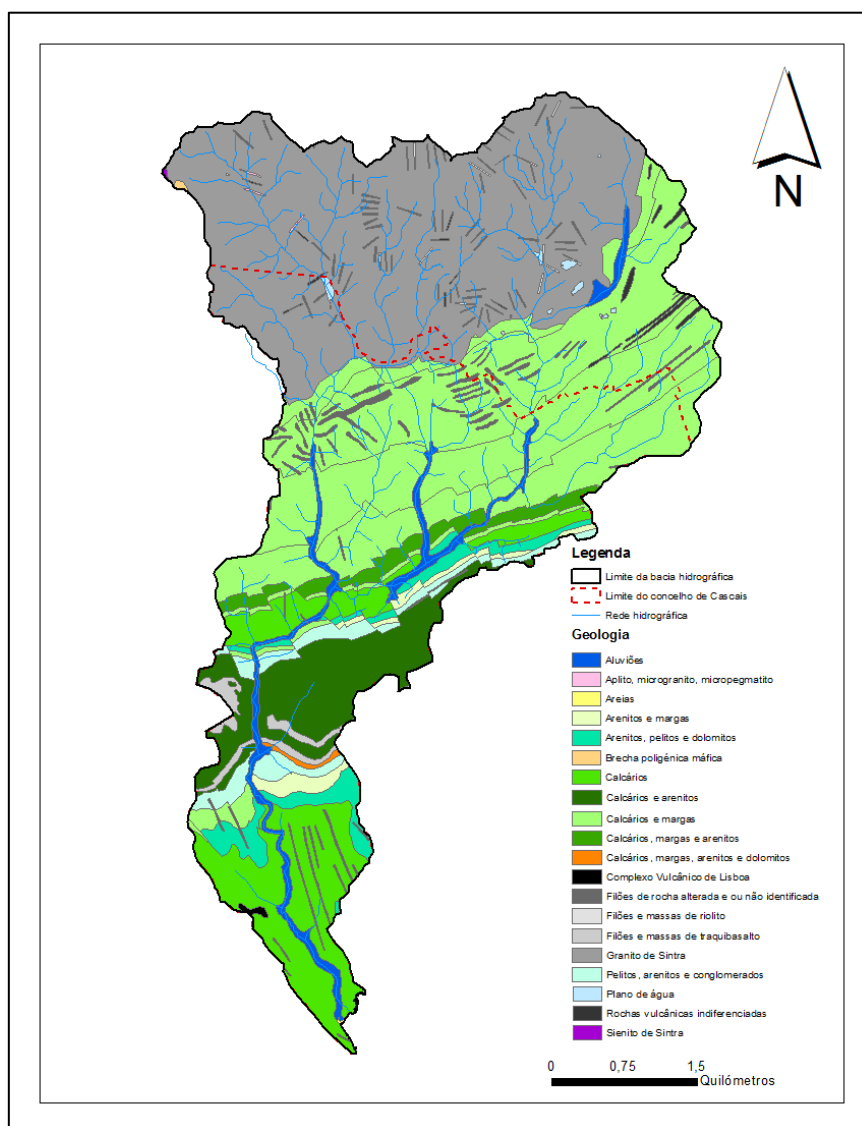


Figura 5.6 Carta geológica da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

Por forma a quantificar a área correspondente a cada formação geológica presente na BHRV, apresenta-se, em Anexo VI, a Tabela 9.10.

De um modo geral, as características do relevo e do sistema de drenagem da bacia potenciam a ocorrência de cheias rápidas, dotando os cursos de água com fortes declives. Esta situação traduz-se, posteriormente, num aumento da velocidade do escoamento superficial que conduz a reduzidos tempos de resposta da bacia hidrográfica. A BHRV apresenta caudais reduzidos a maior parte do ano, mas responde muito rapidamente a situações de precipitação intensa e concentrada. Assim, as características geomorfológicas aliadas à reduzida dimensão, carácter urbano (principalmente junto à foz) e tempos de concentração e de resposta muito reduzidos, o que associado a eventos de precipitação intensos e extremos propicia condições para a ocorrência de cheias rápidas. Na Figura 9.9, Anexo VII, apresenta-se a suscetibilidade da AE a cheias e inundações, através da qual assevera-se que a suscetibilidade mais elevada ocorre ao longo da rede hidrográfica principal.

5.2.7 Tipo de solo

Na BHRV verifica-se a existência de uma variedade de tipologias de solo, devido à diversidade de formações geológicas, ao relevo e à proximidade aos cursos de água.

Relativamente ao tipo de solos, verifica-se a existência de uma variedade de tipologias de solo, devido à diversidade de formações geológicas, ao relevo e à proximidade aos cursos de água. A sua composição está estreitamente ligada com a constituição geológica da bacia hidrográfica.

De acordo com a Figura 5.7 e com a Tabela 9.11, Anexo VIII, a BHRV é constituída, maioritariamente, por um complexo variado de tipos de solos. Os solos argiluvitados pouco insaturados – solos evoluídos de perfil ABtC e que se desenvolvem em climas com características mediterrânicas. Horizonte B árgico, em que o grau saturação em bases se mantém, ou tende a aumentar com a profundidade (Magalhães *et al.*, 2007) – representam cerca de 7% da bacia, seguindo-se os solos incipientes com uma expressão territorial na ordem dos 6%. Os solos incipientes são solos não evoluídos, ou seja, solos em formação, sem horizontes genéticos claramente diferenciados, praticamente reduzidos ao material originário. Apesar de serem solos pouco evoluídos, os seus depósitos de sedimentos aluviais conferem-lhes um elevado potencial ao desenvolvimento de plantas. A sua expansibilidade é nula e a permeabilidade rápida (Magalhães *et al.*, 2007), localizando-se maioritariamente ao longo da rede hidrográfica.

Os solos líticos, assim como os solos calcários, apresentam uma expressão territorial semelhante, na ordem dos 4%. Aqueles são solos pouco evoluídos, frequentemente pobres do ponto de vista químico e em matéria orgânica, de permeabilidade rápida e que evidenciam uma acentuada erosão. Não são propícios ao desenvolvimento da vegetação (Magalhães *et al.*, 2007).

Os solos calcários são solos pouco evoluídos, formados a partir de rochas calcárias. Devido à espessura efetiva pouco acentuada e reduzido grau de evolução, apresentam, no geral, condições adversas ao desenvolvimento de plantas. Na bacia hidrográfica os solos calcários são do tipo pardos, pelo que dada a escassa cobertura vegetal e a rápida decomposição da matéria orgânica, estes solos

têm baixo teor de húmus. Apresenta uma baixa expansibilidade e uma permeabilidade de moderada a rápida nos horizontes superficiais e moderada a lenta nos materiais originários muito calcários. Têm uma capacidade de campo e água disponível elevadas (Magalhães *et al.*, 2007). A restante área, cerca de 14%, corresponde à área social.

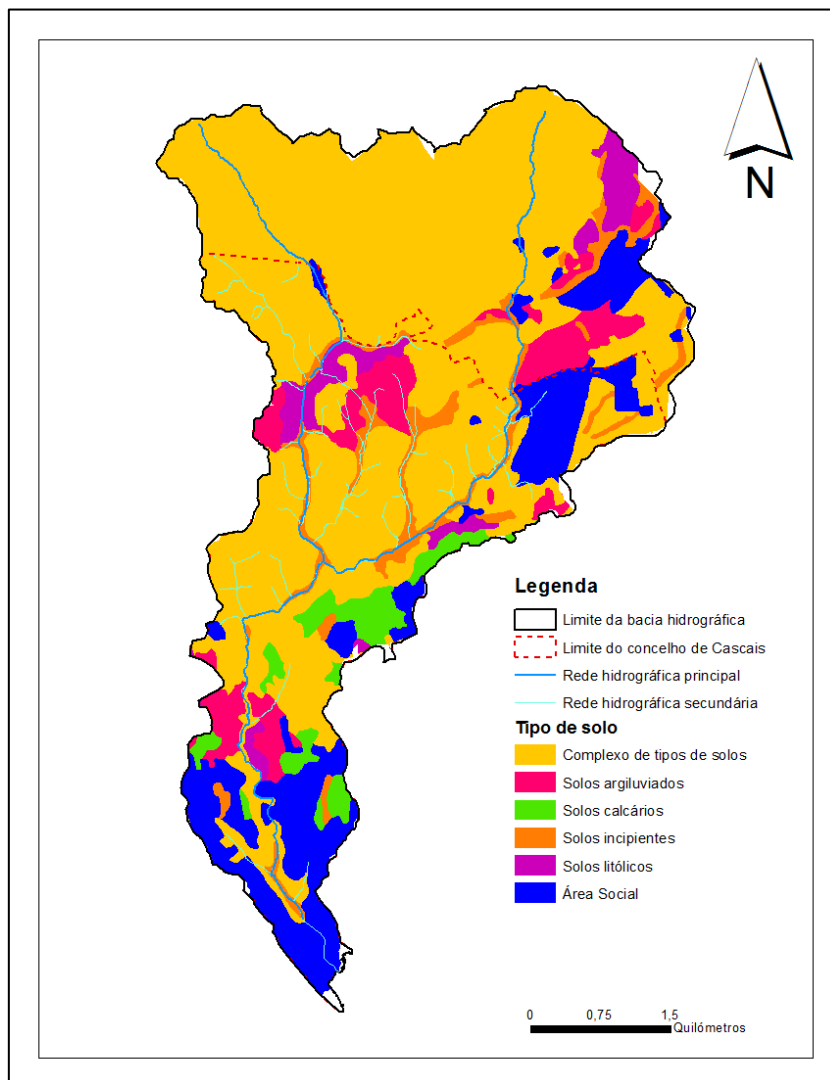


Figura 5.7 Carta do tipo de solos da BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; Carta de Solos de Portugal, s.d.; CMC, 2011)

5.2.8 Uso e ocupação do solo

O conhecimento da ocupação e uso do solo de um município representa um fator importante para o correto e eficaz planeamento e ordenamento do território, uma vez que a sua análise permite a resolução de conflitos entre atividades ou incompatibilidades de usos.

No presente estudo recorreu-se a carta de uso do solo, constante do atual PDM Cascais, onde a classificação do solo assenta na distinção fundamental entre as classes de solo urbano e solo rural, de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio, atualmente revogado pelo Decreto Regulamentar n.º 15/2015 de 19 de agosto. Assim, de acordo com o artigo 71.º deste documento legislativo o solo passa a classificar-se como solo urbano ou solo rústico. Contudo, o PDM de Cascais não teve em conta esta alteração, uma vez que abrangeu um período de transição. Portanto a

classificação utilizada no presente trabalho é feita com base no Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio, onde o solo é classificado como solo rural ou solo urbano.

Verifica-se a predominância do solo rural com uma representatividade de aproximadamente 67%, enquanto o solo urbano ocupa os restantes 33%, com maior representatividade na zona intermédia e meridional do território em estudo (Figura 5.8). No entanto, o padrão de ocupação, atualmente existente, potencia a crescente impermeabilização do solo, e, consequentemente, o número de ocorrência de cheias nas áreas ocupadas em leito de cheia.

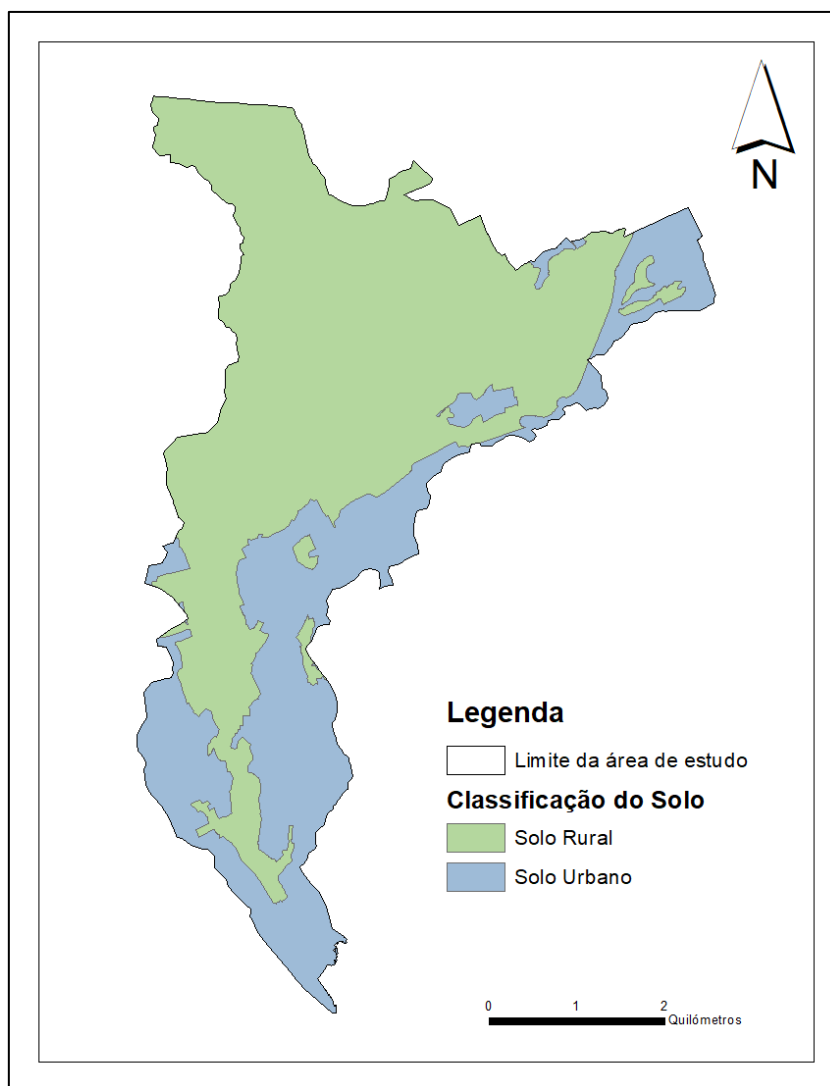


Figura 5.8 Carta de classificação do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Relativamente ao uso e ocupação do solo desta bacia, existe uma ocupação pouco heterógena (Tabela 9.12, Anexo IX). Na Figura 5.9 apresenta-se a carta de ocupação do solo no território em estudo, de acordo com os elementos definidos no PDM de Cascais. A ocupação do solo com maior representatividade refere-se ao espaço natural, que abrange praticamente a região setentrional, estendendo-se uma menor proporção até à zona intermédia e mais a sul do território. Os espaços naturais correspondem a áreas com elevado valor paisagístico e ambiental, nas quais se privilegia a salvaguarda das suas características essenciais, sendo fundamental para a conservação da natureza e

para a manutenção da diversidade biológica e paisagística. De acordo com o artigo 45.º do PDM Cascais, “estas áreas possuem ainda características adequadas para a atividade agrícola e pastoril ou passíveis de as poderem vir a adquirir, bem como para o fomento, exploração e conservação das espécies florestais e outros recursos a elas associados, no respeito pelos condicionalismos e pela legislação que os regula, e pelas áreas que com cobertura florestal ou progressivamente a implementar, se destinam a fazer parte da composição paisagística concelhia” (Aviso n.º 7212-B/2015, de 29 de junho) Contribuem para a biodiversidade e conectividade entre habitats, potenciando a estabilidade dos ecossistemas, a redução da fragmentação dos espaços e a reconstrução de uma paisagem multifuncional.

As subcategorias funcionais de espaços verdes constituem a estrutura ecológica urbana e correspondem a áreas com funções de equilíbrio ecológico, de produção agrícola, de recreio e lazer ou de enquadramento paisagístico a edifícios e de proteção a infraestruturas (Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio).

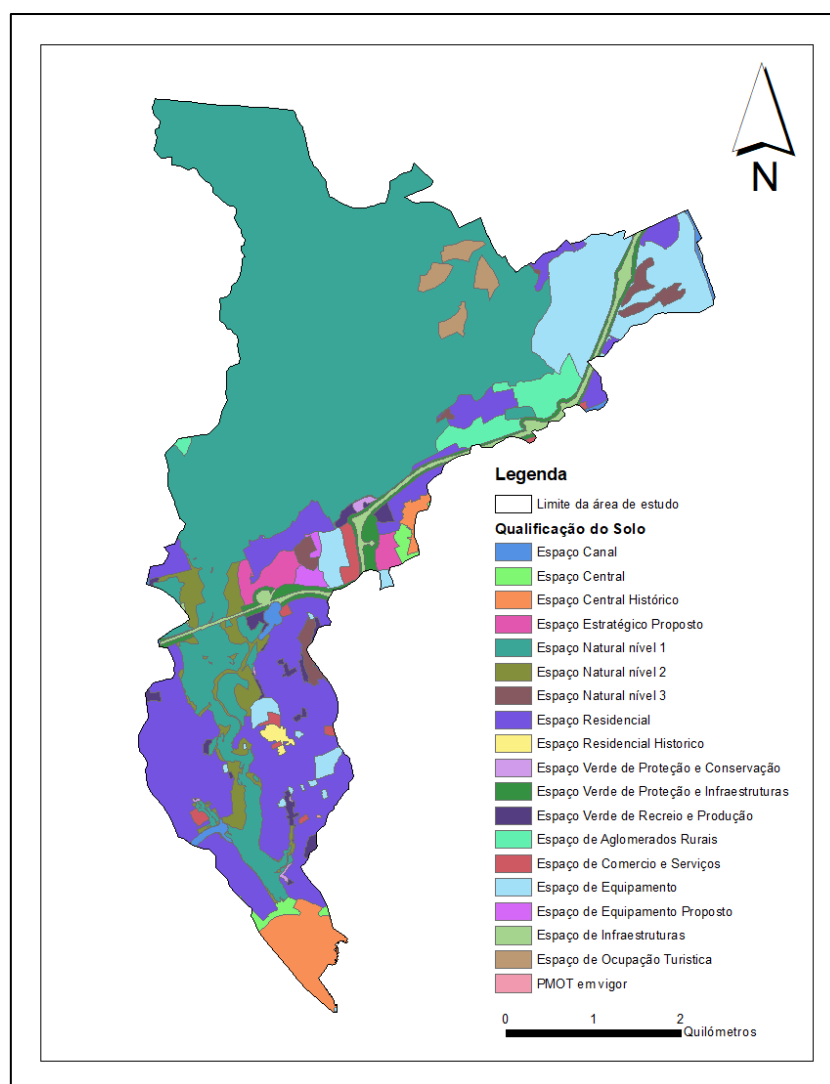


Figura 5.9 Carta da qualificação do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

5.2.9 Valor ecológico do solo

O solo constitui o suporte das atividades humanas e apresenta-se como uma reserva de nutrientes e de água necessários ao desenvolvimento das plantas. O valor ecológico dos solos está intrinsecamente relacionado com a sua produtividade: solos de elevado valor ecológico têm uma elevada capacidade de produção de biomassa, contrariamente aos solos de valor ecológico muito reduzido (Magalhães *et al.*, 2007). Neste sentido, torna-se imperativo a proteção e valorização dos solos com maior potencialidade agrícola e/ou ecológico, por forma a desempenhar as suas funções ecológicas e contribuir para a sustentabilidade territorial. Na Figura 5.10 apresenta-se a carta de valor ecológico do solo da área de estudo. As zonas identificadas de elevado a muito elevado valor ecológico, correspondem às zonas mais férteis, ou seja, maioritariamente aos vales das linhas de água. Os solos de maior fertilidade (Classes 1 e 2) ocupam cerca de 9% do território (cerca de 2,56 km²), enquanto as classes de solo de menor fertilidade (Classes 4 e 5) perfazem um total de 7,87 km². A Classe 3 representa cerca de 7,11% da área total. A Tabela 9.13, Anexo X, apresenta uma breve descrição de cada classe de valor ecológico do solo considerada.

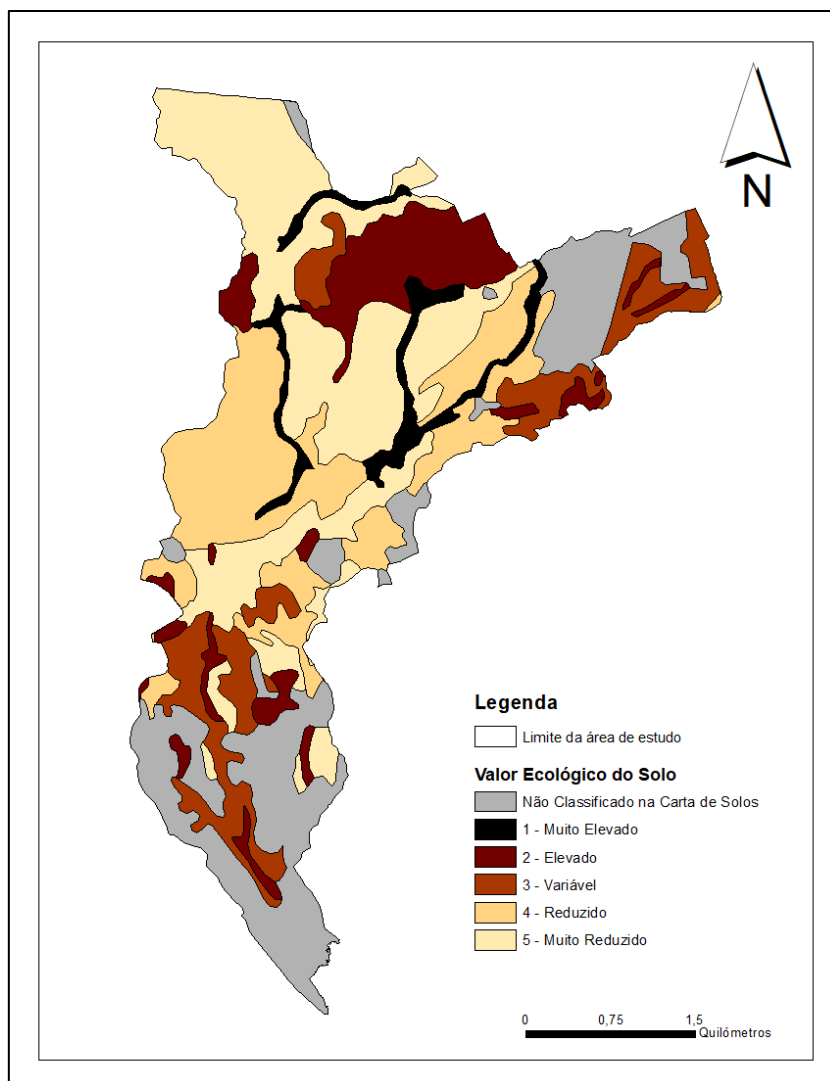


Figura 5.10 Carta do valor ecológico do solo da AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011)

5.2.10 Permeabilidade do Solo e Áreas de Infiltração Máxima

Segundo Pena e Abreu (2013), a avaliação da permeabilidade do solo constitui um importante elemento de interpretação ecológica, uma vez que permite identificar as áreas que apresentam uma maior capacidade para a infiltração da água. Estas áreas contribuem para a diminuição do escoamento superficial e, consequentemente, dos processos erosivos, aumento da recarga de aquíferos, abastecimento e disponibilização de água à população, conservação do solo e da água e manutenção do equilíbrio geomorfológico da paisagem.

A permeabilidade (Figura 5.11) consiste numa avaliação qualitativa da capacidade de infiltração da água no solo, considerando a influência do substrato geológico, dos solos, do declive e do coberto vegetal. Resulta da avaliação da permeabilidade potencial (fatores físicos) conjuntamente com a aptidão à infiltração dada pelo coberto vegetal.

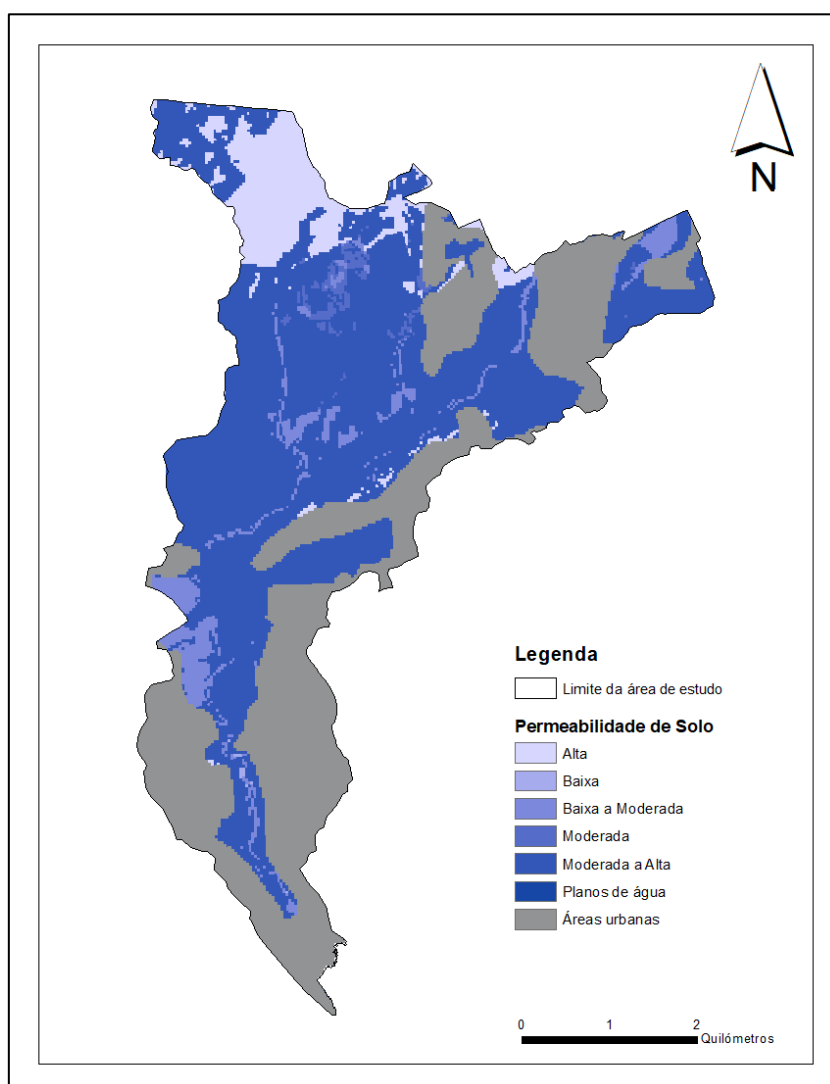


Figura 5.11 Carta da permeabilidade do solo na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; Pena e Abreu, 2013b -EPIC WebGIS Portugal)

As classes de permeabilidade mais elevadas, correspondem às áreas de máxima infiltração. As áreas de permeabilidade máxima representam as zonas em que, devido à natureza do solo e do substrato

geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, apresentam uma maior capacidade para a infiltração da água pluvial, contribuindo assim para a alimentação dos aquíferos. Em situação de risco de cheias, estas áreas serão as primeiras a ser potencialmente inundadas. Nas zonas onde o grau de impermeabilização é maior, a permeabilidade é mais reduzida ou nula. A Figura 5.12 apresenta as áreas de infiltração/permeabilidade máxima na área de estudo. Ao analisar a figura citada assevera-se que as zonas com permeabilidade máxima se situam adjacente à linha de água. Na zona setentrional da bacia de drenagem, o solo encontra-se maioritariamente revestido por povoamentos florestais e semi-naturais, pelo que aí a permeabilidade é garantida. Mais a sul existe edificado sobre as margens correspondentes a zonas de infiltração máxima, encontrando-se, portanto, numa zona de risco.

A delimitação e gestão das áreas de máxima infiltração é de extrema importância, pelo facto de poderem coincidir com áreas de recarga de aquíferos e por serem áreas vitais para a gestão sustentável da água numa bacia hidrográfica e, consequentemente, para os ecossistemas. Pelo facto de constituírem zonas de sensibilidade ecológica, os usos a propor para estas áreas devem permitir uma maior infiltração da água pluvial, pelo que a densidade e a permanência do revestimento vegetal do solo são características fundamentais nestas áreas (Pena e Abreu, 2013).

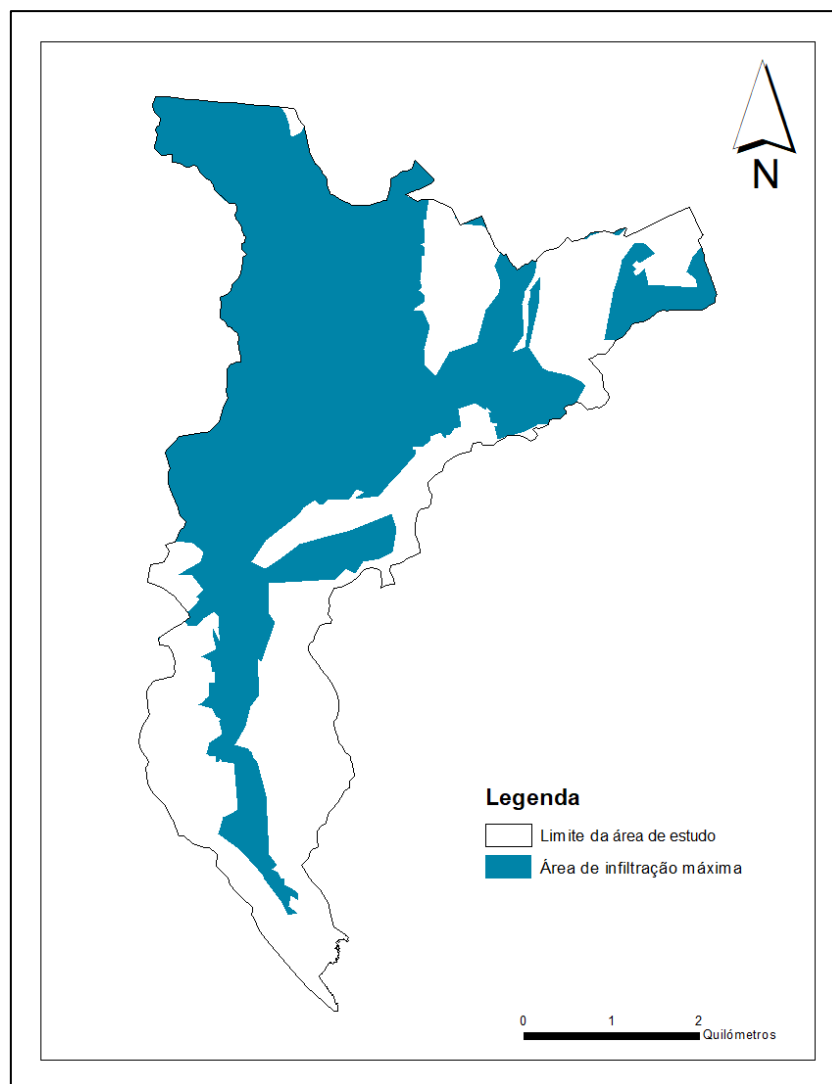


Figura 5.12 Carta das AIM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; Pena e Abreu, 2013a - EPIC WebGIS Portugal)

5.2.11 Vegetação

Existe um reconhecimento crescente do valor da vegetação em ambiente urbano e periurbano, e dos benefícios por ela providenciados na linha dos serviços de ecossistemas. Importa ainda salientar que o conhecimento do coberto vegetal é fundamental para uma correta gestão e ordenamento do território, uma vez que permite a escolha esclarecida de espécies mais aptas a sobreviver nas condições de habitat presentes num determinado local (Magalhães *et al.*, 2007).

As atividades humanas, inicialmente com a prática intensa da atividade agrícola, depois pelas sucessivas florestações, e mais recentemente pelo *boom* urbanístico, têm vindo a alterar a paisagem vegetal.

O coberto vegetal atual corresponde à degradação da vegetação clímax como resultado da ação humana. A área de estudo é caracterizada pela presença de vegetação que apresenta a seguinte distribuição (Figura 5.13):

- Grande parte da zona mais a sul da bacia não apresenta vegetação natural;

- A vegetação mais frequente é composta por matagais de Carrasco (*Quercus coccifera*). Este tipo de vegetação tem uma expressão bastante significativa em quase toda a zona;
- Junto a aglomerados urbanos, margens de caminhos e antigos campos agrícolas, a vegetação dominante consiste em espécies vivazes nitrófilas;
- Na região mais a montante da bacia ocorrem bosques de Carvalho-cerquinho (*Quercus faginea* ssp. *brotero*);
- Vestígios residuais de cercais ao longo dos vales das ribeiras da Penha Longa e Marmeleiros;
- Ao longo da linha de água ocorrem canaviais (*Arundo donax*), alguns freixiais (*Fraxinus angustifolia*) e choupais (*Populus nigra*).

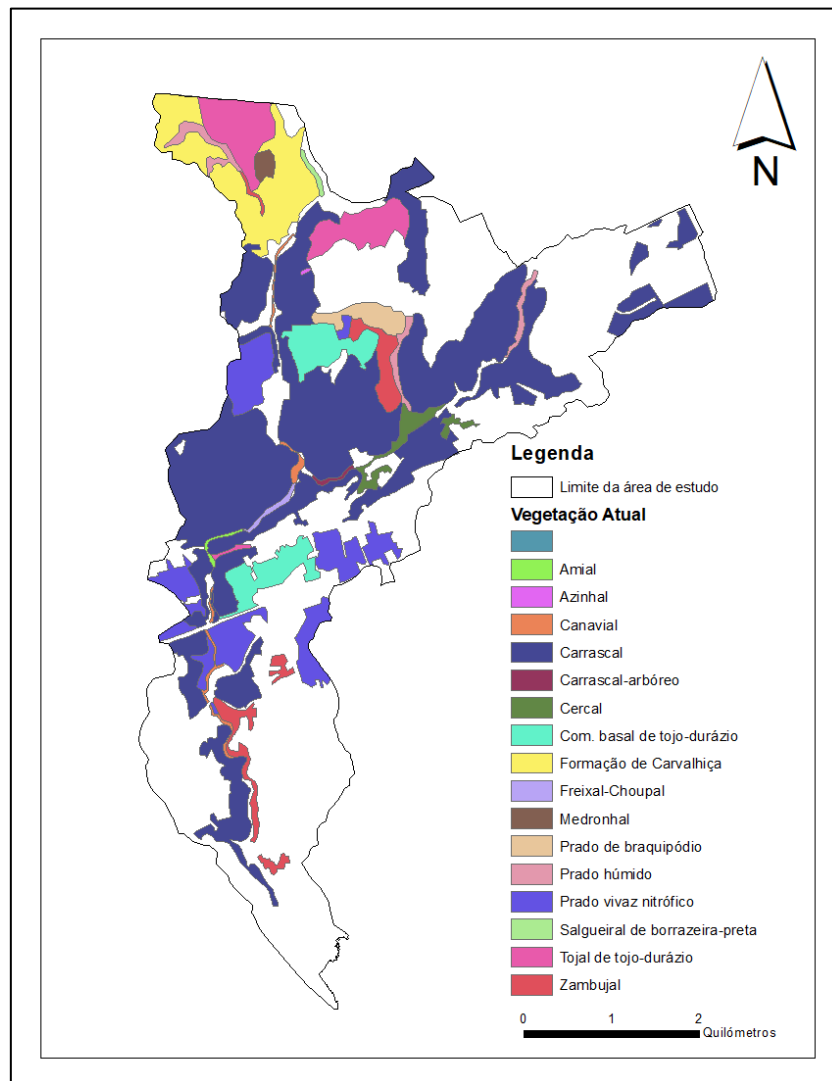


Figura 5.13 Carta da vegetação atual na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011)

O facto de existir uma área considerável do território revestida por vegetação, cerca de 54% (Tabela 9.14, Anexo XI), principalmente junto aos cursos de água, poderá aumentar a taxa de infiltração de água no solo e diminuir a velocidade do escoamento superficial, contribuindo, posteriormente, para reduzir a probabilidade de ocorrência de inundações a jusante. Concomitantemente, a presença da

vegetação acarretará outros benefícios ambientais, nomeadamente poderá atenuar a erosão hídrica do solo.

O mosaico de vegetação que se encontra atualmente no território corresponde, maioritariamente, às etapas de degradação das unidades de vegetação clímax que potencialmente seria constituída pela vegetação apresentada na Figura 5.14. Por observação da figura constata-se que série do Carvalho-cerquinho tem uma significativa expressão territorial na AE.

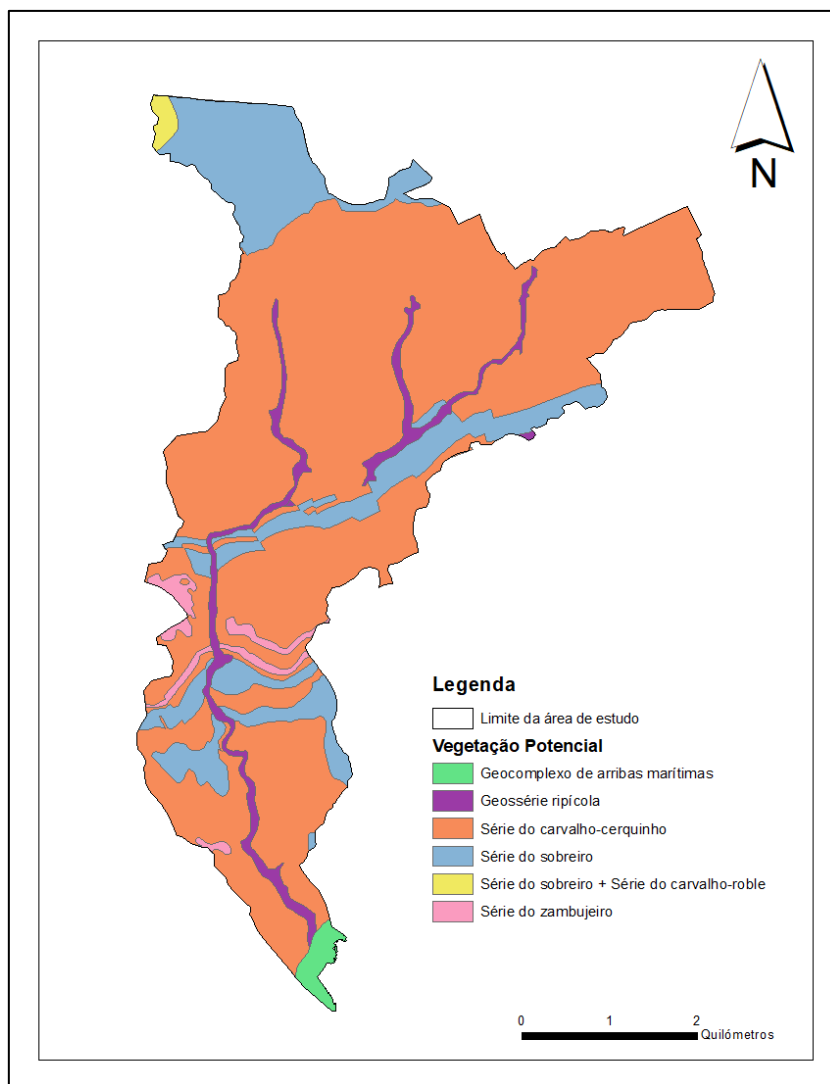


Figura 5.14 Carta da vegetação potencial na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011)

As galerias ripícolas encontram-se em geral muito fragmentadas devido ao aproveitamento dos solos de aluvião para cultivos e, com o abandono da agricultura, para implantação de infraestruturas. Devido à alteração do solo, verifica-se a ocupação das linhas de água por canaviais e silvados, formações indicadoras da degradação do sistema. Porém, encontram-se ainda resquícios de freixiais/choupais e, associados às margens mais ou menos encharcadas, juncais e prados húmidos com interesse para a conservação. Na vertente da serra, a vegetação ripícola é caracterizada por salgueirais-pretos residuais e amiais com sabugais bem conservados.

5.2.12 Paisagem

Sendo a paisagem cada vez mais reconhecida como uma componente fulcral do património natural, cultural e científico, o seu ordenamento, gestão, conservação, recuperação e valorização torna-se imperativo numa política de ordenamento do território. Nesta perspetiva, a sua compreensão implica o conhecimento de fatores naturais, sociais e culturais e todas as outras expressões da atividade humana ao longo do tempo (Agência Cascais Natura, 2009). Fora da malha urbana, concentrada sobretudo no interior da AE, a paisagem apresenta ainda vestígios da atividade agrícola. As várias construções de apoio, como moinhos de vento, azenhas, fornos de cal, presentes pontualmente por todo o território, devem ser recuperadas como elementos definidores da evolução histórica da paisagem local e procurar a sua integração como alternativa à oferta turística dominante, assegurando desta forma a sua preservação e valorização.

Segundo o PDM atual na área em estudo existem seis unidades de paisagem, tal como se pode observar na Figura 5.15. Constata-se que existem unidades territoriais com elevada representatividade e valor paisagístico, como é o caso do Vale das Vinhas, Abano-Penha-Longa, Planalto das Fontainhas e Urbano, as quais, devido ao seu valor biofísico, histórico e cultural, definem o caráter da paisagem e contribuem para a valorização e reforço da identidade territorial. Acresça-se ainda que existem dois tipos de paisagens singulares com importância local: a do Vale da Vinhas e a da Serra de Sintra e Abano-Penha-Longa.

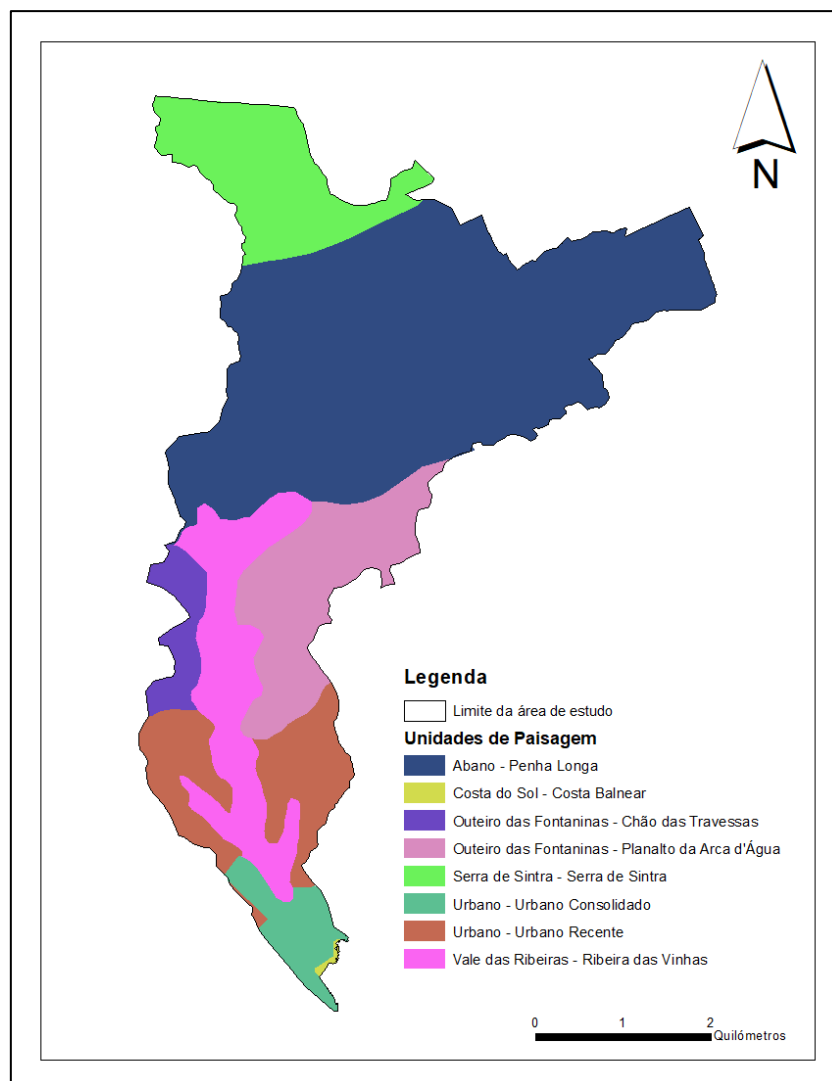


Figura 5.15 Carta das unidades de paisagem na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015d)

O Vale das Vinhas é constituído pelo principal vale da linha de água que atualmente conserva o perfil do sistema hidrológico em grande parte da sua extensão e que também abriga um património histórico-cultural que interessa preservar. O Vale das Vinhas é caracterizado pela quantidade de espaço aberto não edificado, principalmente agrícola, que complementa e interage com o ambiente urbano envolvente. As formações ripícolas, presentes no curso superior e médio desta ribeira, apresentam razoável estado de conservação, contribuindo para o bom estado ecológico dos ecossistemas ribeirinhos (CMC, 2015o). Estes ecossistemas desempenham um papel preponderante no fornecimento de um conjunto de serviços ecológicos essenciais e determinantes na constituição da paisagem.

A unidade de paisagem Abano-Penha Longa, com grande representatividade territorial, é marcada pela forte presença de marcos da atividade agrícola (CMC, 2015o), o que potencia o restabelecimento da atividade agrícola local com medidas de gestão sustentável do solo, com consequente promoção de diversas funções ecológicas essenciais para a sustentabilidade do território.

A Figura 5.16 apresenta as duas paisagens singulares da AE.

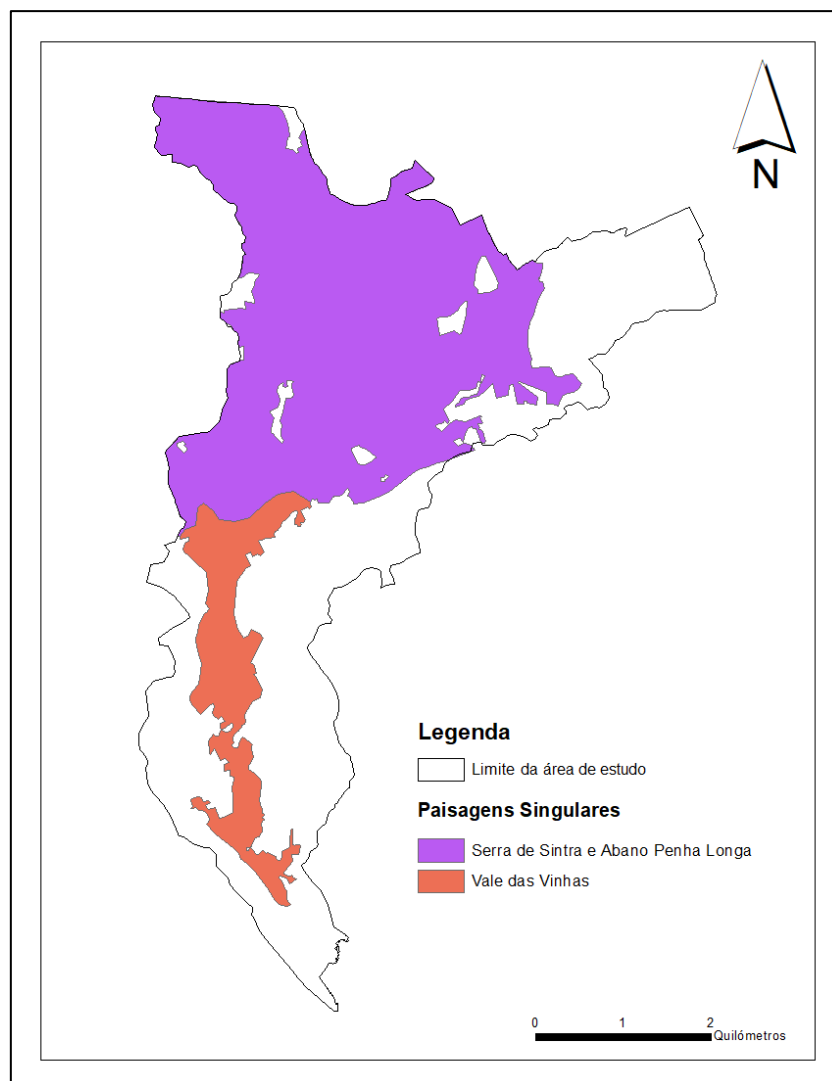


Figura 5.16 Carta de paisagens singulares na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015c)

5.2.13 Edificado e equipamentos

Através do trabalho de campo realizado, constata-se que existem edificações construídas junto às margens dos cursos de água, em zonas REN, sobre o leito de cheia e em zonas ameaçadas pelas cheias (Figura 5.17). A maior concentração de edificado ocorre, principalmente, nas grandes áreas de tecido urbano, nomeadamente, em Cascais, Alvide, Fontainhas, Alcadideche e Pampilheira. Acresça-se ainda que existem alguns aglomerados urbanos de baixa qualidade urbanística e arquitetónica, onde é visível o aspeto de degradação e decadência ao nível do imobiliário e espaços públicos. Neste sentido, torna-se imperativo intervir ao nível da requalificação e revitalização destes elementos, sempre que possível, com soluções baseadas na natureza, e integrá-los na IFV proposta.



Figura 5.17 Imagens de edificações construídas junto às margens dos cursos de água, em zonas REN, sobre o leito de cheia e em zonas ameaçadas pelas cheias (Fonte: Autor)

Na AE concentram-se vários serviços e instalações da administração pública, e uma oferta diversificada de equipamentos escolares, sociais, culturais e de recreio, desportivos, de prevenção, de segurança pública e de saúde (CMC, 2015o). Encontram-se referenciados 10 associações culturais, 11 equipamentos culturais, 7 equipamentos administrativos, de prevenção e segurança pública, 15 equipamentos de saúde, 19 equipamentos escolares e 23 equipamentos sociais. Relativamente aos equipamentos desportivos, na área de estudo é observável algumas instalações desportivas de base, formativa e recreativa, tais como campos de jogos recreativos e formativos, pavilhões formativos e pequenos campos de jogos, e outras instalações especializadas e aptas para o espetáculo desportivo. A existência de áreas que, embora artificializadas, permitem uma prática desportiva em contacto com ambientes naturais, como campos de golfe (Penha Longa Atlantic), por exemplo, aliada à vocação da área de estudo para a prática desportiva ao ar livre, em espaços naturais, aquáticos e verdes, os quais contribuem para beneficiar ambientalmente o território, propicia o desenvolvimento de atividades que colocam o desportista em contacto com a Natureza. Na área do PNSC, onde se desenvolve uma grande diversidade de práticas desportivas, é visível a existência de uma rede de percursos pedestres, percursos equestres, assim como espaços de escalada natural (CMC, 2015o).

A Figura 5.18 apresenta os equipamentos culturais, administrativos, de prevenção e segurança pública, escolares, sociais e desportivos existentes na AE, bem como os desportos de natureza que lá se desenvolvem.

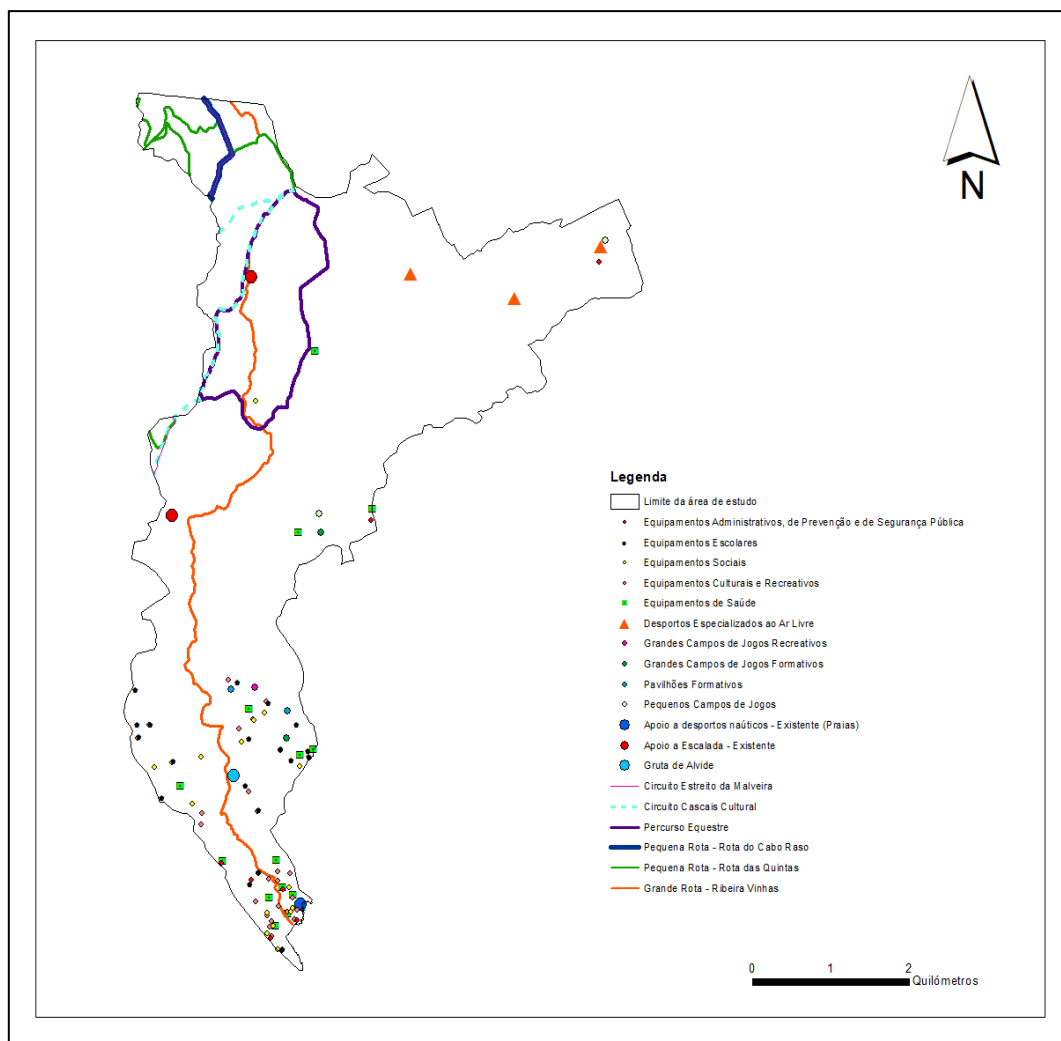


Figura 5.18 Carta de equipamentos existentes na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015e, 2015f, 2015g, 2015h, 2015i, 2015m, 2015n)

5.2.14 Sistema de Mobilidade Suave

A promoção de uma mobilidade mais sustentável constitui uma oportunidade que permite combinar o desenvolvimento económico e a acessibilidade de um determinado território com a melhoria da qualidade ambiental e social. Atualmente, é cada vez mais reconhecida a importância da mobilidade suave enquanto opção mais eficiente nas deslocações de curta distância ou como complemento essencial a outros modos de transporte.

O sistema viário da AE, apesar de se encontrar em condições precárias e com um desenho urbano desorganizado, tem potencial para promover a mobilidade suave territorial. Atualmente, não se verifica a existência de uma rede ciclável na área de estudo, porém a autarquia tem proposta uma rede ciclável (apresentada na Figura 5.19), que poderá ser complementada com a rede ciclável proposta pelo autor da dissertação na IFV.

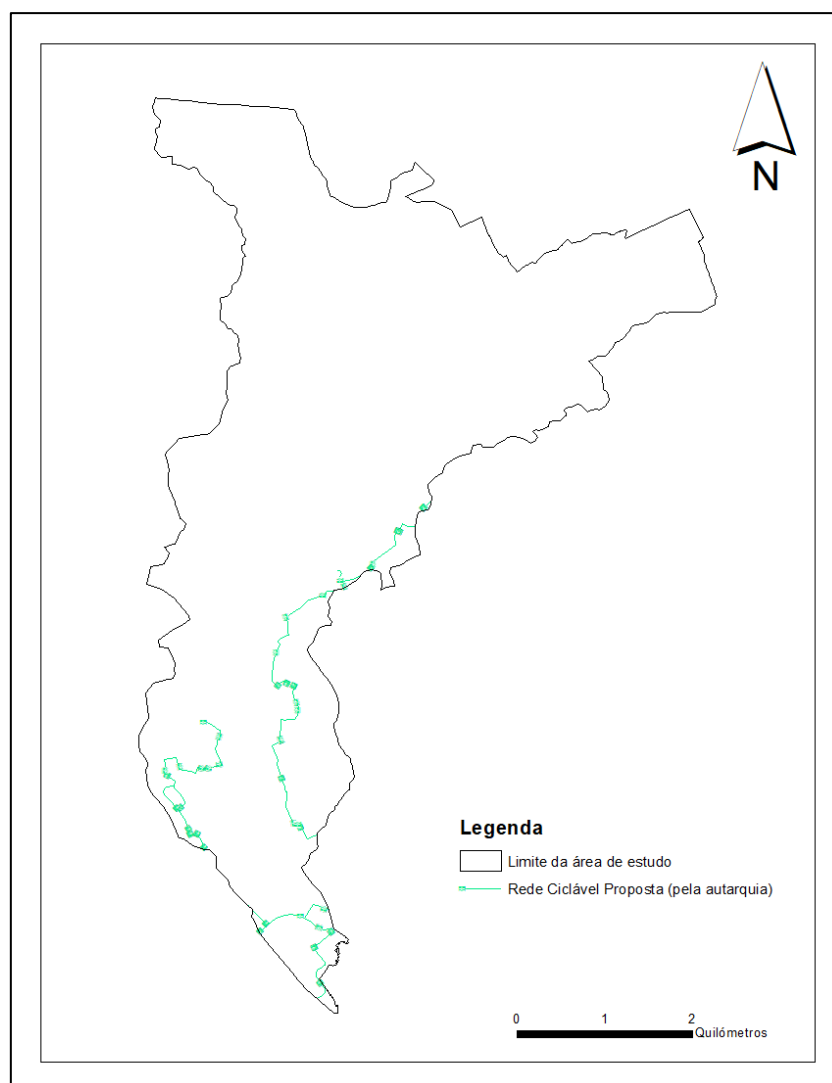


Figura 5.19 Carta da rede ciclável proposta, pela autarquia, na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

5.2.15 Património Cultural, Histórico e Arqueológico

De acordo com o sítio da internet da CMC, “o *património histórico e cultural de um concelho é o conjunto de bens, materiais ou imateriais, considerados fundamentais para a transmissão da memória e da identidade da sua comunidade, constituindo, assim, um recurso insubstituível para a (re)construção e desenvolvimento do território, pelo que urge identificá-lo, estudá-lo, preservá-lo e divulgá-lo*” (CMC, 2017a). O concelho de Cascais possui um vasto e diversificado legado património cultural que potencia a compreensão das principais características que identificam e distinguem a região, os seus habitantes e as suas vivências (CMC, 2017a). O património cultural e arqueológico e as quintas históricas, associadas aos vestígios da atividade agrícola, classificados ou em vias de classificação, são elementos com uma significativa expressão territorial e marcantes na memória coletiva das pessoas. Para além de espaços dedicados à agricultura, as quintas eram simultaneamente, no passado, espaços de recreio e lazer, estando habitualmente localizadas no interior do concelho, pois aqui o solo caracterizava-se pelo seu elevado valor ecológico e pela abundância de recursos faunísticos e hídricos. Com a rápida expansão da artificialização dos espaços rurais e o consequente declínio da atividade agrícola, as herdades foram-se fragmentando ao longo do tempo, estando, atualmente, praticamente

reduzidas às áreas de habitação e respetivas infraestruturas de apoio. Algumas quintas com características singulares foram alvo de recuperação pela CMC por forma a promover a recuperação das áreas agrícolas e florestais e uma maior ligação com a população através de usos culturais e atividades de lazer, como é o caso da Quinta do Pisão, inserida nos limites da AE (CMC, 2015o).

A Figura 5.20 apresenta o património histórico, cultural, arqueológico e arquitetónico existente na AE.

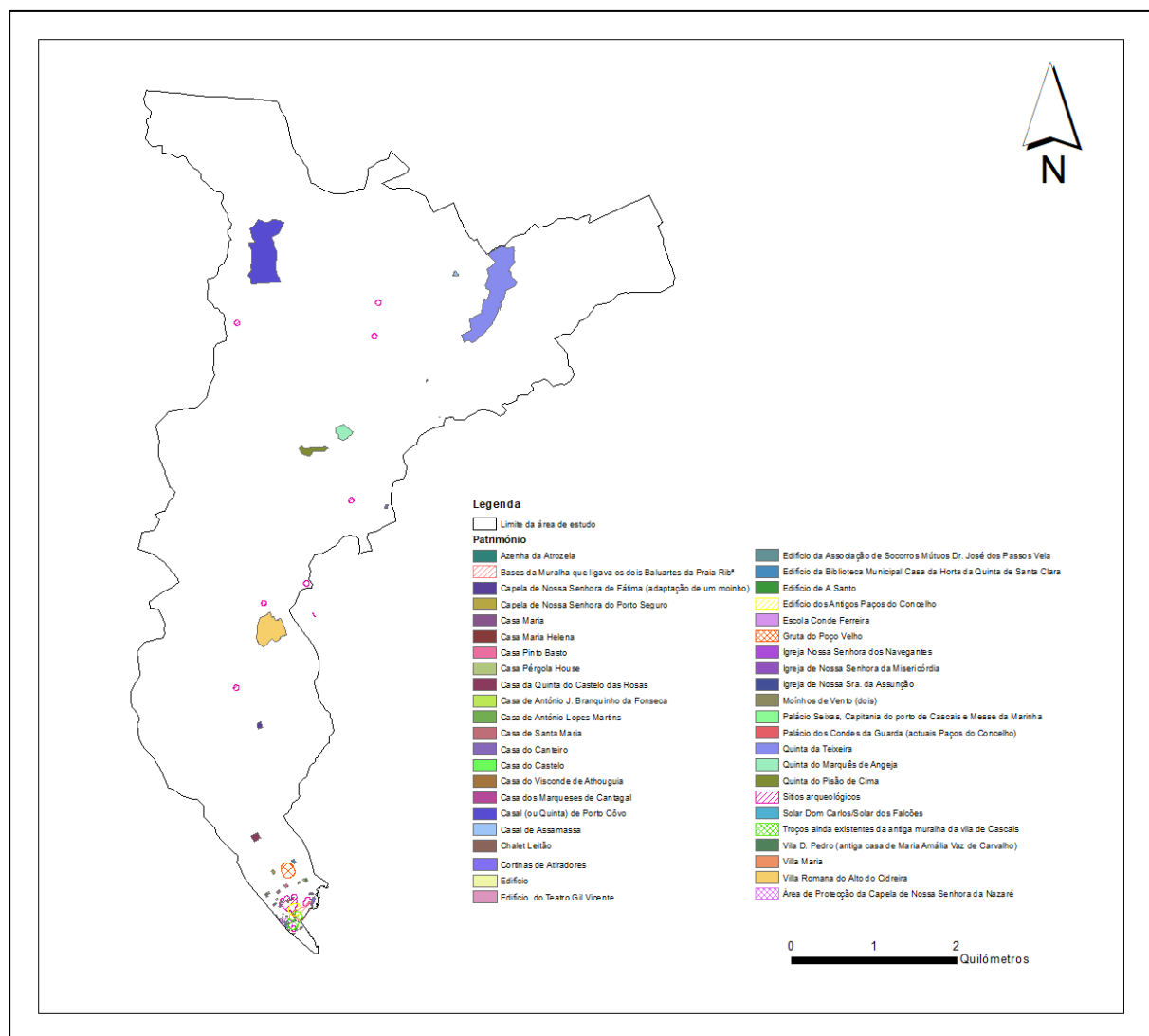


Figura 5.20 Carta do património histórico, cultural, arqueológico e arquitetónico existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k)

Assim, torna-se imperativo a análise dos elementos constituintes do património histórico, cultural e arqueológico e a sua posterior identificação, proteção e integração na IFV proposta para o território em estudo, uma vez que muitos dos elementos constituintes desse património representam importantes atrações turísticas e irá permitir uma melhor interligação entre os percursos culturais e de recreio e o território, de forma a promover uma rede integrada de mobilidade saudável através da recuperação de antigos caminhos rurais e de velhas vias de circulação.

5.2.16 Estrutura Verde Urbana

De acordo com os dados disponibilizados pela CMC referentes ao PDM em vigor é possível verificar áreas que, apesar de não estarem obrigatoriamente incluídos em zonas de RAN e REN, tiveram interesse para a proposta de IFV. Contudo, através de visitas ao terreno foi possível complementar e validar estes espaços e pontos que fazem parte da Estrutura Verde Urbana (EVU) da AE (Figura 5.21). Todo o processo de zoneamento foi fundamental, uma vez que, na ótica do autor da dissertação, todos estes espaços têm uma significativa importância territorial, pois são os grandes responsáveis pela introdução da biodiversidade nos aglomerados urbanos e fornecem ou podem vir a fornecer um conjunto de serviços de ecossistemas fundamentais para a sustentabilidade territorial, nomeadamente para a manutenção e restabelecimento do ciclo hidrológico, com consequente redução do risco de cheia e inundação. Associados ao seu carácter recreativo e de lazer, estes espaços promovem uma melhoria da qualidade de vida das populações e a continuidade da função de produção agrícola.

Alguns destes espaços são parques e jardins urbanos e outros espaços verdes de recreio e lazer, espaços verdes de produção, espaços verdes de enquadramento e árvores de arruamento, e a gestão e manutenção destes, são, na sua maioria, da responsabilidade da CMC.

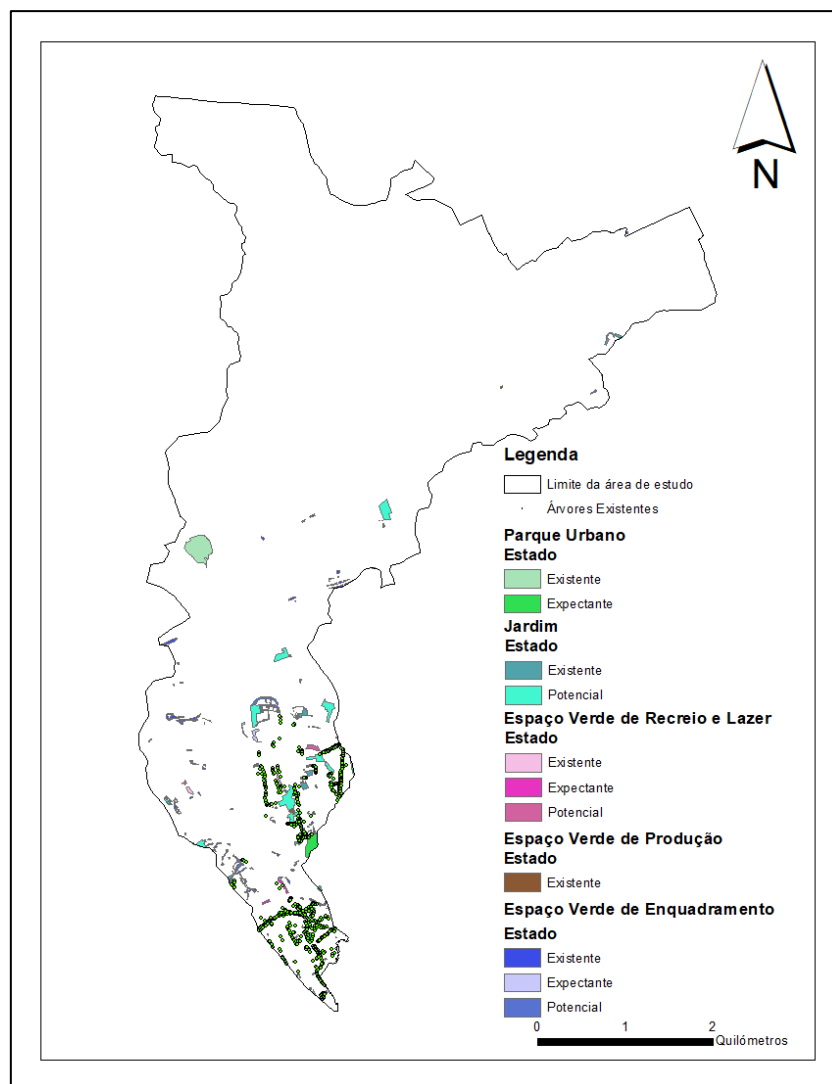


Figura 5.21 Carta da estrutura verde na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011, 2015b)

Importa salientar que a carta da estrutura verde apenas exhibe os espaços e pontos atualmente existentes e os expectantes e potenciais na ótica da autarquia. Porém, o autor da dissertação, com base no trabalho de campo efetuado, reparou na existência de espaços com potencial para inclusão na EVU, sendo estes apresentados na IFV proposta.

5.2.17 Estrutura Ecológica e Condicionantes

A EEM de Cascais pretende ser uma rede multifuncional de espaços naturais e espaços verdes urbanos interligados entre si, concebidos para irem ao encontro das necessidades ambientais, sociais e económicas da população, contribuindo para a melhoria do ambiente e da qualidade de vida das comunidades, no presente e no futuro (Agência Cascais Natura, 2009).

A EEM da AE compreende os elementos definidos na EEM de Cascais, apresentados previamente no capítulo 4.3, e presta um conjunto de serviços de ecossistemas fundamentais para a sustentabilidade territorial, tais como a absorção do CO₂, reciclagem da matéria orgânica, controlo da poluição, regulação da temperatura (promovendo o conforto bioclimático e contrariando o fenómeno da ilha de calor urbano), a adaptação do território às vulnerabilidades e minimização dos riscos associados,

regularização dos sistemas hídricos, estabilização de vertentes e controlo da erosão, entre outros. Para além disso, contribui para a promoção da qualidade de vida e valor económico ao território (Agência Cascais Natura, 2009).

A EE da AE é apresentada na Figura 5.22. Por forma a quantificar a área, em km² e em %, da Estrutura Ecológica da AE, apresenta-se, no Anexo XII, a Tabela 9.15.

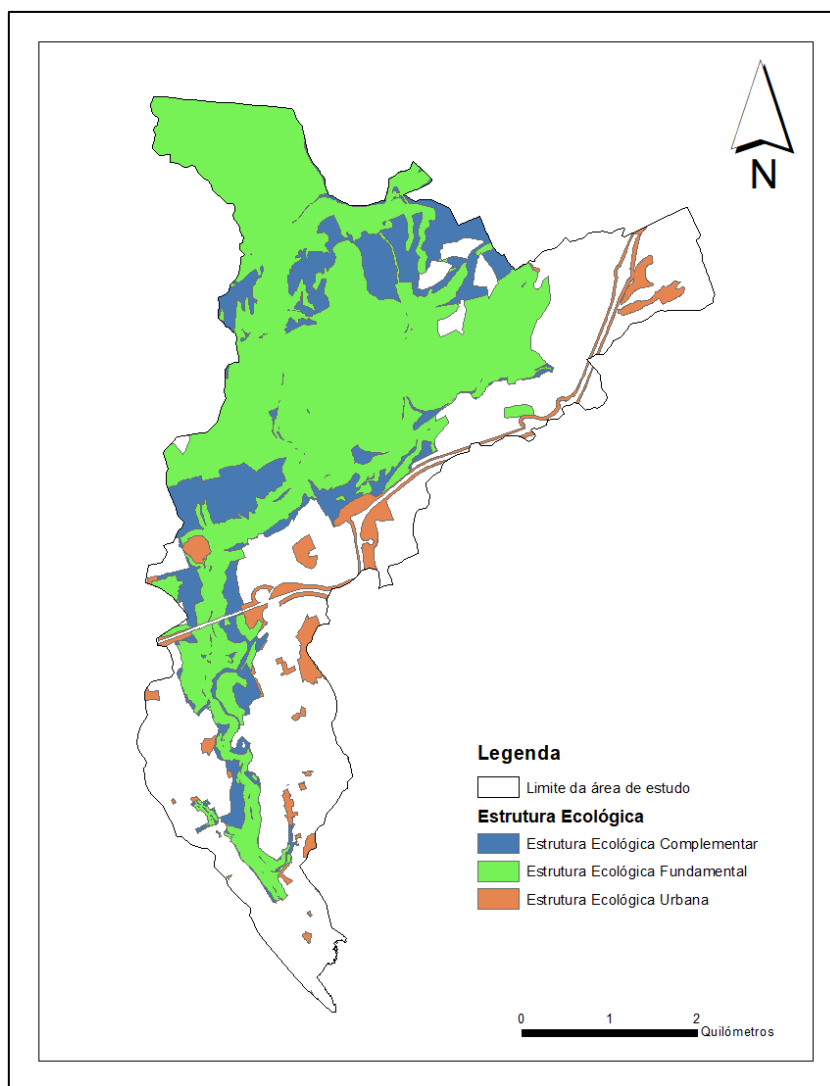


Figura 5.22 Carta da EEM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Na Tabela 9.16, Anexo XII, são apresentados, segundo Ferreira e Machado (2010), os usos e ações compatíveis com a EEM, com incidência direta nos usos do solo.

a. Rede Ecológica Metropolitana

Na AE existe uma REM hierarquizada nos 3 níveis (Figura 5.23). A rede primária é constituída por áreas estruturantes primárias, encontrando-se já classificada como PNSC e engloba a área do sítio incluído na Diretiva Habitats. A Rede Secundária diz respeito a áreas estruturantes secundárias, sendo classificadas como áreas e espaços de natureza livres de funções urbanas ou de edificação significativa, mas com funções determinantes a nível ecológico, paisagístico ou produtivo. Estas áreas

relacionam-se com os sistemas hidrológicos de forma significativa, sendo relevantes no controle das cheias e na qualidade do ambiente metropolitano (Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril). Os seus valores naturais decorrem do coberto vegetal arbóreo que possuem e da sua dimensão relativa no sistema urbano. Pela figura assevera-se que existe uma porção de área estruturante secundária sobreposta às áreas estruturantes primárias, correspondendo aquelas às áreas florestais a montante da bacia.

O conceito de áreas e corredores vitais decorre da constatação do facto de nas áreas urbanas consolidadas, não estruturadas, fragmentadas e desordenadas do território metropolitano, o espaço livre, não edificado, ser já de dimensão e configuração que o remete para espaço residual, ainda que nalguns casos com dimensão aparente significativa. Estas áreas podem e devem representar o espaço de concretização de espaços públicos, zonas de lazer e recreio, em espaço não edificado, fundamentais para o funcionamento e qualidade do sistema urbano no seu conjunto (Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril). Da REM destaca-se um corredor estruturante vital que, apesar de estrangulado pontualmente, acompanha a LAP. Reconhece-se, ainda que a parte final da LAP se encontra “tamponada” por edificações ou outro tipo de construções, o que origina, em associação com outros factores, a ocorrência de situações de cheia e risco de inundações.

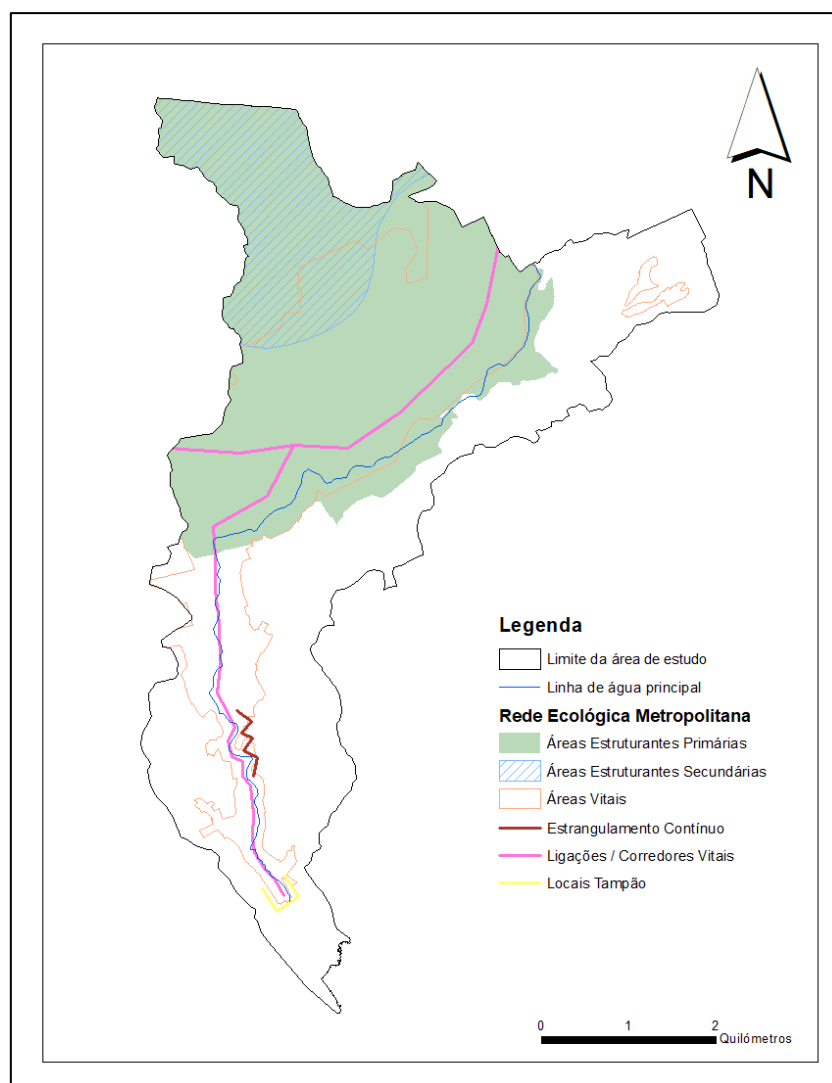


Figura 5.23 Carta da REM existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

b. Reserva Ecológica Nacional e Reserva Agrícola Nacional

Uma grande área ao longo da bacia está classificada como REN e RAN (Figura 5.24):

- 53% da área da bacia é classificada como REN;
- 8% da área da bacia é classificada como RAN;
- 83% das zonas de RAN encontram-se sobrepostas à REN.

As zonas REN e RAN representam áreas fundamentais para a promoção da sustentabilidade ambiental, sendo alvo de proteção e gestão sustentável, contribuindo, desta forma, para a promoção da permeabilidade do solo e, consequentemente, para o incremento da infiltração da água.

Importa referir que a área natural da AE atualmente fora dos limites da REN deverá continuar naturalizada e protegida, por forma a fornecer um conjunto de serviços de ecossistemas essenciais para a sustentabilidade e equilíbrio territorial.

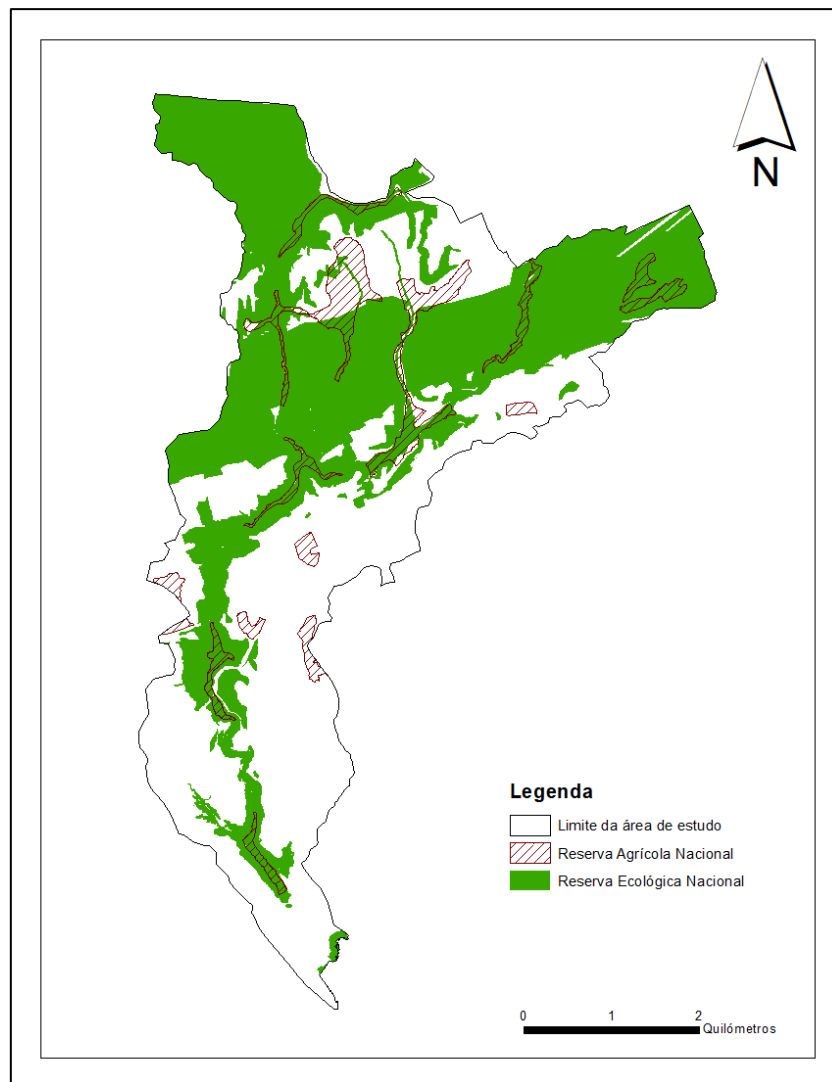


Figura 5.24 Carta das zonas REN e RAN na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Relativamente à REN, existe uma variedade de tipologias incidentes na AE; por observação da Figura 5.25, verifica-se que as tipologias como maior expressão territorial são as áreas estratégicas de proteção de recarga de aquíferos e as áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo. Assim, torna-se preponderante a adoção de estratégias que intensificam a presença da vegetação, sempre que necessário, nos locais abrangidos por aquelas tipologias REN, para permitir a infiltração da água no solo e uma estabilização do mesmo (CMC, 2015p).

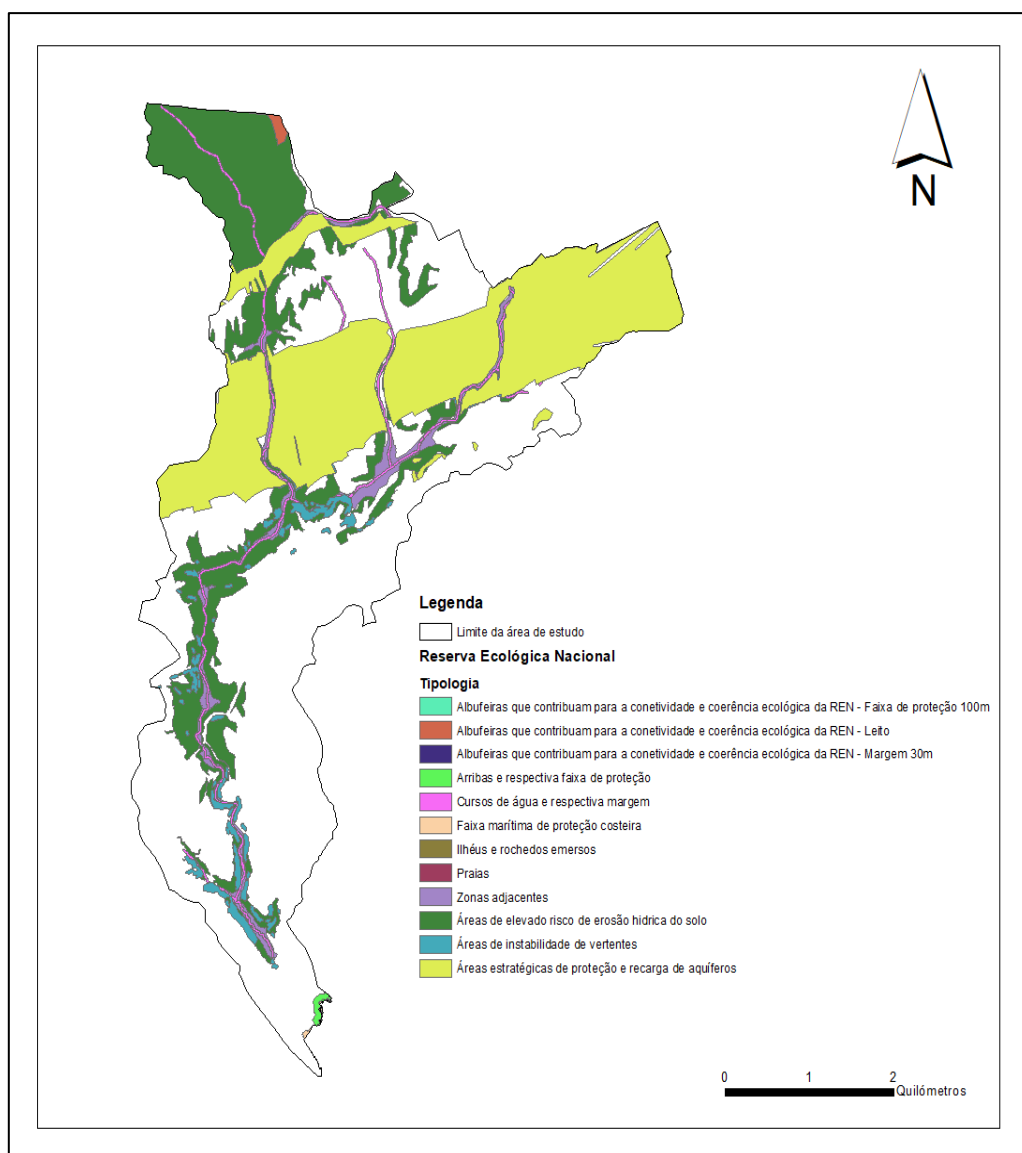


Figura 5.25 Carta das tipologias REN existentes na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

c. Domínio Público Hídrico

O DPH constitui a afetação à rede hidrográfica principal, às áreas adjacentes aos cursos de água, à área contígua aos cursos de água, à albufeira do rio da Mula e domínio marítimo, representando 11% da AE (Figura 5.26). A área, em km² e em %, de cada tipologia do DPH é apresentada na Tabela 9.18, Anexo XIV.

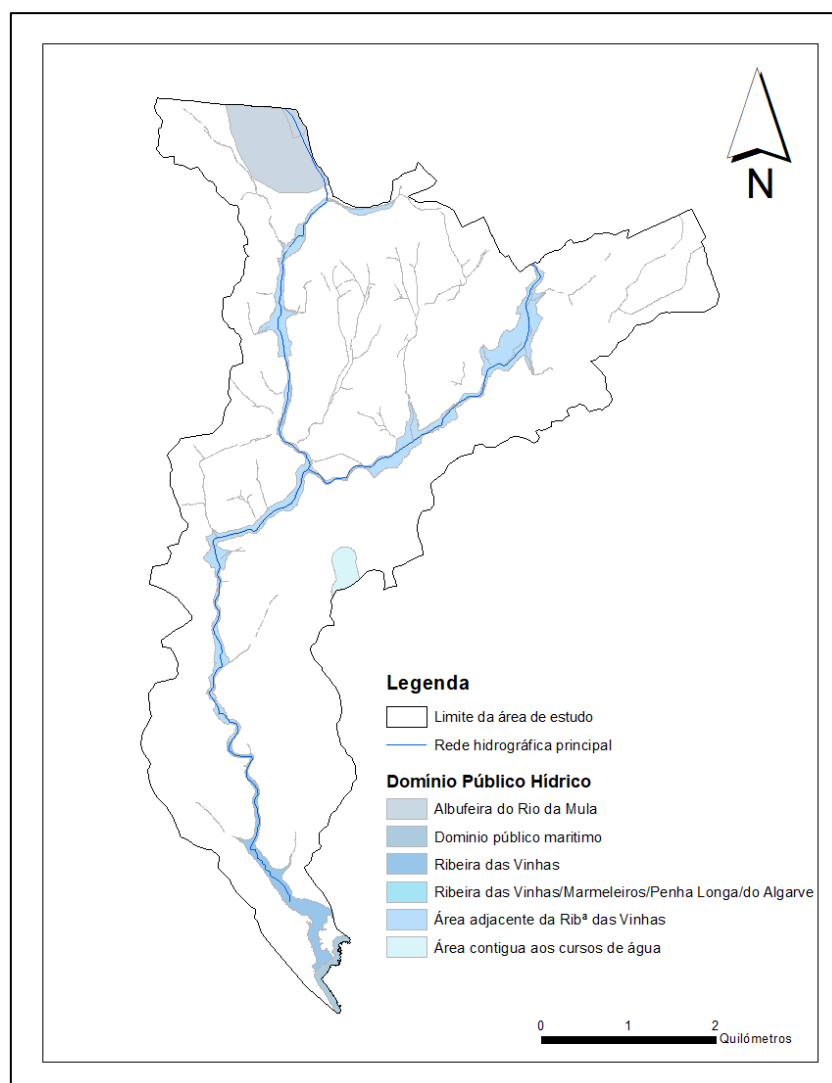


Figura 5.26 Carta do DPH na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

d. Rede Natura 2000, Sítio Sintra/Cascais e Parque Natural de Sintra-Cascais

A AE caracteriza-se pela sua elevada diversidade florística e faunística, suportada por uma considerável diversidade de habitats naturais. O Sítio Sintra/Cascais apresenta uma significativa diversidade de habitats, os quais representam cerca de 33% da área de estudo.

O PNSC abrange os concelhos de Cascais e Sintra, integrando propriedade pública e privada, com cerca de 20 km² na área de estudo, e faz parte da EE do município de Cascais. Parte do PNSC encontra-se incluído no Sítio Sintra-Cascais, inserido na Rede Natura 2000. O PNSC constitui uma zona de grande interesse ecológico e cultural, devido às suas idiossincrasias geomorfológicas, florísticas, faunísticas e paisagísticas, e surgiu da necessidade de intervenções apropriadas na gestão e salvaguarda dos recursos naturais e paisagísticos, bem como do património arquitetónico e histórico-cultural, e na promoção do desenvolvimento económico e do bem-estar das populações e de uma arquitetura integrada no paisagismo local (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1-A/2004, de 8 de janeiro).

O PNSC representa um património que, pelos seus valores naturais, estéticos, histórico-culturais, raridade e conteúdo importa ser valorizado e preservado, e a sua consideração, a par com a Rede Natura 2000, na proposta de IFV para a BHRV importa ser considerada.

As áreas identificadas como Habitats da RN2000 referem-se a zonas integradas no PSRN2000 com elevado interesse ecológico. Estas áreas encontram-se essencialmente na região a montante da AE e destinam-se a garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats e contribuir para assegurar a biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagem ameaçados, fornecendo um conjunto de funções vitais para a sustentabilidade de todo o ecossistema.

A Figura 5.27 apresenta a localização do PNSC na AE.

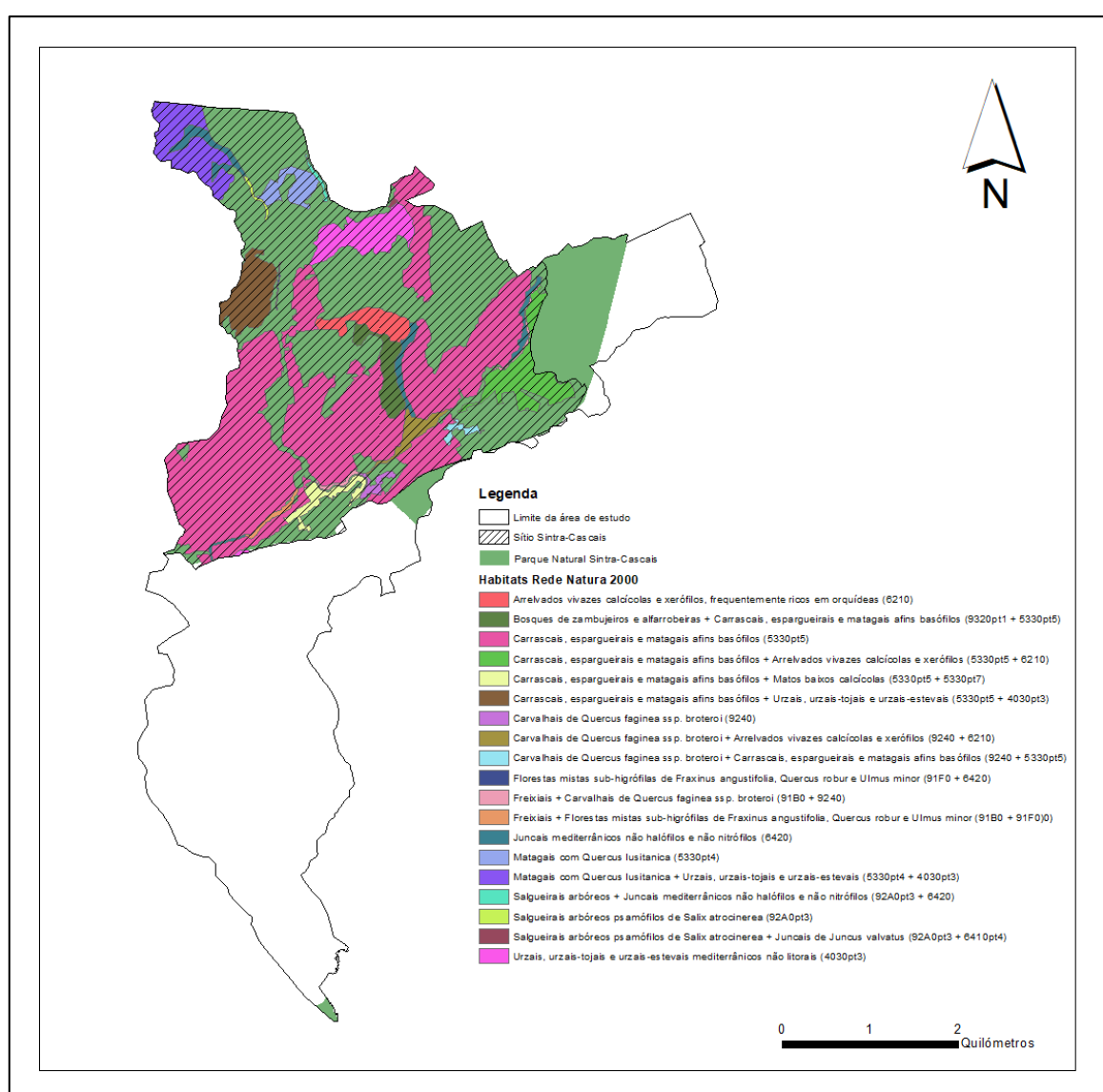


Figura 5.27 Carta dos habitats da RN2000, Sítio Sintra-Cascais e PNSC na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

5.2.18 Análise SWOT

Por forma a apoiar a identificação das prioridades de atuação a serem estabelecidas e as opções estratégicas a serem definidas para o território em estudo procede-se a uma análise SWOT. A análise SWOT é uma ferramenta que pode ser utilizada na gestão e planeamento territorial, permitindo identificar, de forma simplificada, os principais pontos fortes (*Strengths*) e pontos fracos (*Weaknesses*) de um território frente às oportunidades (*Opportunities*) e ameaças/riscos (*Threats*) que se pode encontrar.

Com base nas observações feitas durante as visitas à área de intervenção, identificaram-se os seus pontos fortes e fracos, as oportunidades de melhoria e as ameaças a que a AE está sujeita. Através do método SWOT essa informação foi sintetizada e é apresentada na Tabela 5.1.

As propostas apresentadas no capítulo seguinte têm como objetivo principal resolver os problemas identificados, com especial ênfase para a problemática central da dissertação – risco de cheia e inundação, bem como preservar os aspetos positivos já existentes.

Tabela 5.1 Análise SWOT da AE

Pontos Fortes	Pontos Fracos
<ul style="list-style-type: none">• O centro da vila de Cascais encontra-se bem preservado, com espaços verdes existentes e, na sua maioria, bem tratados;• Algumas ruas e praças encontram-se reabilitadas;• Comércio e restauração local;• Áreas de especial valor ecológico e de elevada qualidade paisagística e ambiental;• Oferta rica e diversificada de espaços de diversão, património e recursos paisagísticos, história e modernidade;• Existência de área afeta a RAN e REN com alguma dimensão.	<ul style="list-style-type: none">• Desordenamento urbanístico e territorial, existência de zonas desqualificadas e de Áreas Urbanas de Génese Ilegal (AUGI);• Estrutura viária interna em más condições e com um desenho urbano confuso (má relação entre circulação rodoviária e pedonal, estacionamento automóvel desordenado, ausência de percursos cicláveis específicos);• Ausência de espaços de circulação pedonal e ciclável;• Zona urbana (excetuando-se o centro da vila de Cascais) maioritariamente degradada, e existência de alguns espaços e edifícios devolutos;• Espaço verde segregado em praças e parques distantes entre si e sem solução de continuidade por falta de vias arborizadas e ruas de prioridade para os peões suportarem esta rede;• Existência de espécie de vegetação exótica e de caráter invasor;

	<ul style="list-style-type: none"> • Solos de máxima infiltração impermeabilizados.
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Criar projetos de integração social; • Proteção e manutenção do património cultural, natural e paisagístico do território; • Suavizar o conflito da zona urbana com a EE; • Ligar a zona histórica ao Parque Natural/Quinta do Pisão; • Ligar a zona histórica à zona ribeirinha; • Atrair novos habitantes; • Áreas com potencial de reabilitação; • Eliminar o transporte pessoal e promover modos de transporte alternativos, viáveis e acessíveis a todos; • Integração de serviços ecológicos no território; • Aumento de espaços verdes e locais de recreio e lazer; • Investimento na agricultura urbana e na promoção da alimentação saudável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Edificações construídas sobre o leito de cheia e em zonas ameaçadas pelas cheias; • Deterioração da qualidade ambiental; • Sujidade e mau estado das linhas de água e de alguns espaços verdes adjacentes (nalguns casos problemas de saúde pública).

A Figura 5.28 e a Figura 5.29 apresentam imagens da AE relativamente a factos evidenciados na análise SWOT.



Figura 5.28 Condições precárias da rede pedonal: à esquerda, Rua de São Domingos; à direita, Rua de São Bernardo (Fonte: Autor)



Figura 5.29 Condições existentes na AE: (a) desordenamento urbanístico e territorial; (b) sujidade e mau estado da linha de água; (c) edificações construídas sobre o leito de cheia e em ZAC; (d) degradação da linha de água (Fonte: Autor)

5.3 Análise do Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas

O PPCCRV insere-se no estudo do “Planeamento de Drenagem de Águas Pluviais das Bacias das Ribeiras das Vinhas, Castelhana, Amoreira e Estoril” e tem como objetivo geral estudar e propor medidas concretas de prevenção e mitigação dos efeitos das cheias, que possam ocorrer para o período de retorno de 100 anos, nas áreas urbanas influenciadas pela ribeira das Vinhas (Pereira *et al.*, 2016).

O objetivo da análise do referido plano consistiu, por um lado, conhecer as áreas inundáveis e as zonas críticas, e, por outro, conhecer as soluções hidráulicas preconizadas, e a sua localização, de forma a integrá-las e valorizá-las paisagisticamente na rede de espaços naturais e seminaturais proposta para a área de estudo.

Importa salientar que a informação explanada no presente capítulo foi retirada do PPCCRV, sendo esta da autoria de Pereira *et al.* (2016)

Em linhas gerais, as zonas mais afetadas pela ocorrência de cheias distribuem-se pela rede hidrográfica principal da BHRV - ribeira das Vinhas, Marmeleiros, Penha Longa e Pisão (Pereira *et al.*, 2016) – (Figura 5.30):

- Na região setentrional, as áreas inundáveis correspondem a zonas rurais ocupadas, maioritariamente, por floresta;
- Na parte intermédia, o limite das zonas inundáveis abrange um misto de zonas de floresta/vegetação e áreas com ocupação humana;
- Na região sul, as áreas inundadas coincidem com uma densa ocupação humana, que tem início na chegada ao troço coberto da ribeira das Vinhas e que corresponde à baixa de Cascais.



Figura 5.30 Áreas inundáveis para um período de retorno de 100 anos (Fonte: Pereira *et al.*, 2016)

Na Tabela 9.19, Anexo XV, é possível observar, com maior detalhe, as diferentes zonas da BHRV que constituem um elevado grau de risco devido à densa ocupação urbana ou à localização do leito de cheia.

O troço coberto da ribeira das Vinhas (Figura 5.31), devido às suas características hidráulicas, não apresenta capacidade de vazão suficiente face ao caudal afluente. Assim, a solução preconizada pelos autores do PPCCRV, para anular ou atenuar o efeito das cheias, na zona baixa de Cascais, passa pela implantação, a montante do troço coberto, de estruturas de amortecimento de caudais, como BR, que ao serem introduzidas no sistema de drenagem, terão a função de reter parte do volume de água durante a fase de crescimento da onda de cheia, e repondo esse mesmo volume na linha de água durante a fase de recessão da cheia, ou, imediatamente após a passagem da onda de cheia (Pereira *et al.*, 2016).



Figura 5.31 Entrada do troço coberto da ribeira das Vinhas (Fonte: Autor)

Importa salientar que na escolha dos locais para a implantação das BR, os autores do PPCCRV tiveram em consideração um conjunto de fatores, de forma a compatibilizá-las com a morfologia dos terrenos e minimizar o impacto que as obras irão provocar no meio ambiente, na paisagem e na população em geral (Pereira *et al.*, 2016).

A Figura 5.32 apresenta a localização das 4 BR na área de estudo, e a Tabela 9.20, Anexo XV, apresenta, com maior rigor, a localização e configuração das BR.

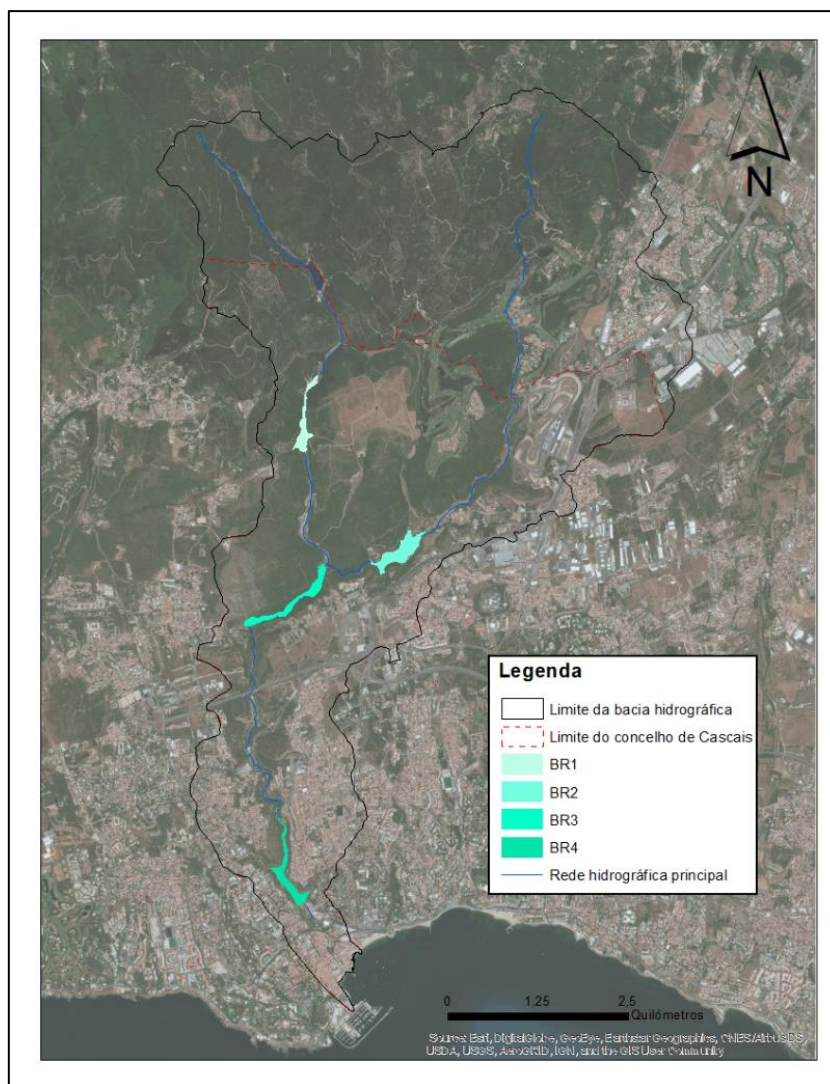


Figura 5.32 Localização das BR, preconizadas no PPCCRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011; DGT, 2016; Pereira *et al.*, 2016)

A BR1 localizar-se-á na ribeira do Pisão, a BR2 na ribeira da Penha Longa, a BR3 na ribeira dos Marmeleiros e a BR4, e última, na ribeira das Vinhas, a cerca de 200 m do troço coberto (Pereira *et al.*, 2016).

As áreas para onde estão previstas a construção das BR estão localizadas, quase na sua totalidade, em áreas prioritárias para a conservação da natureza. É importante também referir que a implantação das BR será realizada sobre solos afetos à RAN e REN. Neste sentido, o autor da dissertação reconhece a importância de aplicar medidas de minimização e valorização, beneficiação e integração paisagística, de forma a assumir aquelas estruturas hidráulicas como parte integrante da paisagem, e integrá-las na IFV proposta (Pereira *et al.*, 2016).

Todavia, apesar da BR4 providenciar um amortecimento de caudal, a capacidade de vazão do troço coberto continua a não ser suficiente face ao caudal afluente, verificando-se que existe risco de inundação, na zona do mercado (Figura 5.33) pois o caudal máximo previsto para o período de retorno considerado não vai ser encaixado no troço canalizado existente (Pereira *et al.*, 2016).

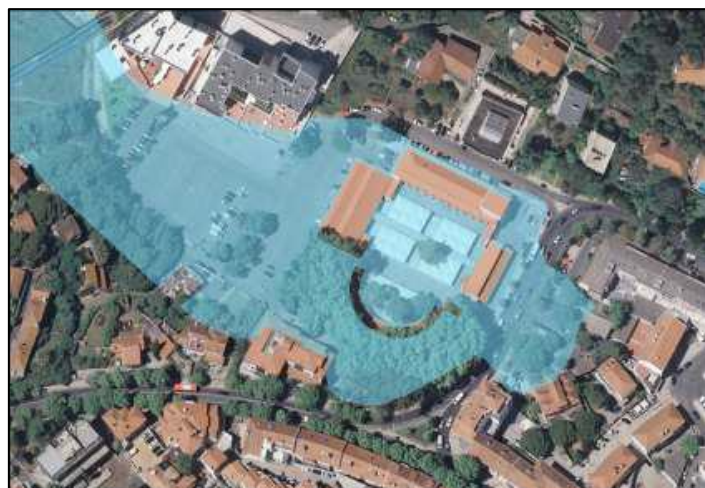


Figura 5.33 Planície de inundação resultante do amortecimento de caudais a montante e para as condições atuais do troço coberto (Fonte: Pereira *et al.*, 2016)

Assim, e de forma a colmatar o défice da capacidade de vazão do troço canalizado, os autores do PPCCRVR avaliaram, com base em estudos hidráulicos, 4 cenários de beneficiação da secção de vazão que consistiram, basicamente, na ampliação da respetiva secção de vazão e na redução do atrito das paredes internas do canal. Os resultados das condições de funcionamento, para os vários cenários da simulação hidráulica aplicados ao troço canalizado, asseveraram que as alternativas preconizadas permitem aumentar a capacidade de vazão do mesmo e induzem a uma velocidade de propagação da onda de cheia elevada (Pereira *et al.*, 2016).

Na Figura 5.34 apresentam-se, do cenário 1 ao cenário 4, as planícies de inundação a jusante da BR4, através das quais é possível constatar que a área inundável diz respeito, somente, à zona de leito de cheia, não ocorrendo propagação da onda de cheia para a zona do mercado, dado que, o troço coberto, dispõe de uma capacidade de vazão suficiente, para fazer face ao caudal de cheia regularizado.

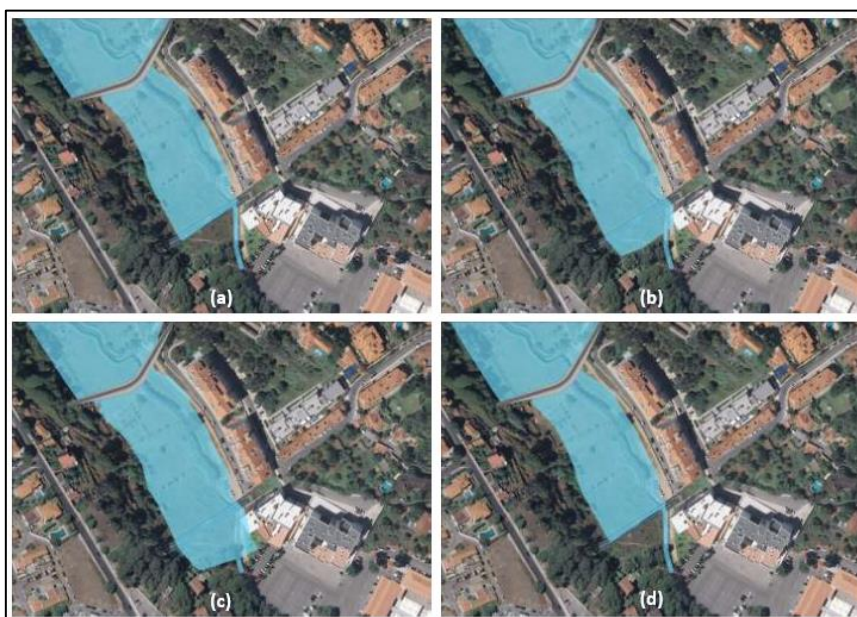


Figura 5.34 Planície de inundação compreendida entre a BR 4 e o troço coberto, para cada um dos cenários considerados (Fonte: Adaptado de Pereira *et al.*, 2016)

Os autores do plano também declaram que atualmente o sistema de drenagem pluvial entra em carga quando o escoamento, no troço coberto, atinge a altura correspondente a meia secção. De acordo com aqueles, a resolução desta situação poderá passar pela ampliação e/ou rebaixamento do troço coberto (Pereira *et al.*, 2016). No entanto, o autor da dissertação sugere, de acordo com a literatura e os projetos apresentados no Capítulo 3.6, que o recurso a SUDS e o aumento de zonas de infiltração e armazenamento no tecido urbano poderá contribuir para atenuar este problema, ao armazenar e atrasar a descarga de água pluvial no sistema de drenagem convencional, sendo esta umas das soluções propostas na IFV.

6 Proposta de Infraestrutura Verde

A presente proposta tem como cerne a criação de um sistema integrado de espaços verdes naturais e seminaturais, conectando ecossistemas e paisagens, e com um desenho urbano que tem como objetivo principal fazer uma gestão integrada das águas pluviais, ao aumentar as áreas permeáveis, de forma a responder à problemática central da presente dissertação: o risco de cheia e inundação. Concomitantemente, as soluções preconizadas, baseadas na natureza, providenciam outros benefícios na linha dos serviços de ecossistemas, fundamentais para o desenvolvimento equilibrado, sustentado e harmonioso do território, e para a salvaguarda da qualidade de vida das pessoas. A proposta teve em consideração as BR, abordagens estruturais de gestão da água, preconizadas no PPCCRV, e a sua integração e compatibilização com as soluções propostas pelo autor da dissertação. Para além disso, a presença de elementos histórico-culturais, incorporados na natureza envolvente, que necessitam de ser protegidos, restaurados ou potenciados, na IFV, possibilita a construção de uma narrativa e promove a identidade territorial. A IFV proposta pretende não só proteger os recursos naturais, culturais, históricos e paisagísticos existentes, como também compatibilizá-los com a atividade humana, contribuindo para uma melhoria da qualidade da paisagem e de vida da população.

A preservação e salvaguarda das linhas de água e respetivas margens e o controlo dos processos de erosão hídrica são fatores muito importantes para evitar a sua degradação e a ocorrência de cheias, devido à perda da capacidade de escoamento de águas pluviais.

Em linhas gerais, e de modo a satisfazer o âmbito definido na presente dissertação, propõe-se:

- o restauro, recuperação e reabilitação das linhas de água e zonas adjacentes, nomeadamente com a consolidação da galeria ripícola com espécies autóctones;
- o melhoramento da permeabilidade da paisagem, com o aumento das zonas de infiltração e armazenamento de água, nomeadamente com a criação, requalificação e integração de zonas húmidas, espaços verdes e zonas agrícolas que permitem reter quantidades de água excedente após picos de eventos pluviais intensos;
- a promoção de práticas sustentáveis do uso do solo;
- a valorização e recuperação dos corredores ecológicos existentes, e constituição de novos, por forma a reforçar a conectividade da IFV, ao unir pontos de interesse ambientais/ecológicos e patrimoniais;
- a recuperação e manutenção da paisagem local;
- a adoção de um sistema complementar de drenagem urbana, nomeadamente com a promoção de SUDS para melhorar a gestão da água pluvial em meio urbano, de acordo com princípios naturais de escoamento e de sustentabilidade;
- a valorização e reforço da arborização e de espaços verdes no sistema viário, e maximização da presença da vegetação apropriada na matriz urbana.

6.1 Abordagem proposta para cada secção de intervenção considerada

Por forma a tornar o tratamento da informação mais eficaz, foram definidas 9 secções de atuação, ao setor pormenor, ao longo das zonas consideradas como áreas suscetíveis a cheias e inundações da rede hidrográfica principal com o intuito de intervir com abordagens que aumentam a infiltração da água. Esta operação foi fundamental para a identificação dos problemas e oportunidades de cada secção, definição de prioridades e zoneamento para a fase de proposta do plano de IFV para a AE.

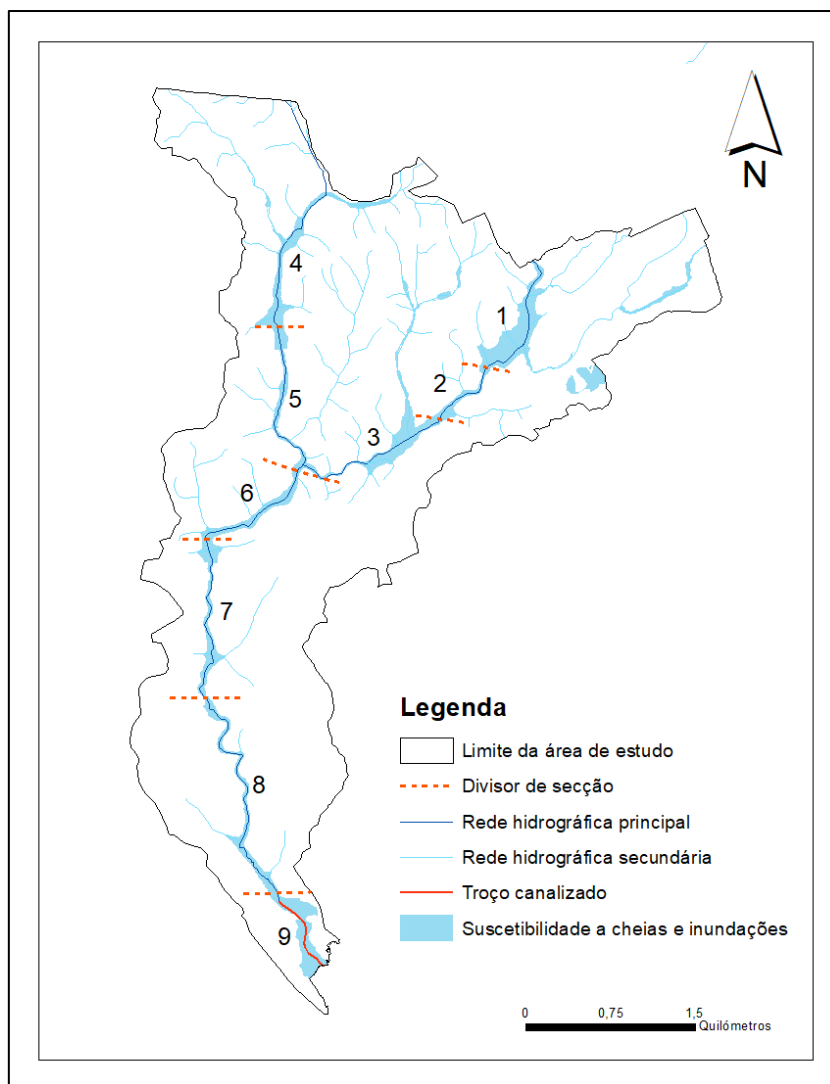


Figura 6.1 Divisão das secções de intervenção na AE (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

Importa salientar que, à exceção da secção 9, o solo é caracterizado, maioritariamente, pela presença de aluviões, solos incipientes, de elevada aptidão agrícola, elevado valor ecológico, com uma permeabilidade muito elevada e, por isso, com baixo potencial de escoamento superficial; apresentam elevado potencial ao desenvolvimento da vegetação. Em todas as secções de intervenções foi preponderante a consideração da importância da paisagem local, como já supracitado, e integração dos elementos definidores da mesma, assegurando, assim, a sua preservação e valorização da identidade territorial.

6.1.1 Secção 1 – Quinta da Teixeira

A abordagem proposta consiste na criação de um parque agroflorestal integrando o sistema fluvial, ecológico, agrícola e histórico-cultural existente. Sendo uma área de intervenção destinada à preservação e proteção dos valores naturais, históricos e culturais, e de interesse ecológico e paisagístico, propõe-se, em linhas gerais:

- a recuperação e proteção da vegetação natural das encostas e da linha de água;
- aplicação de técnicas de EN no leito e/ou margens para a regeneração natural da floresta ripícola, com intervenções sobre o leito e margens de água, bem como da planície aluvial adjacente à ribeira
- a criação de caminhos de recreio desenhados através da vegetação;
- a implantação de uma área de horticultura e de um espaço de apoio a esta atividade, e o desenvolvimento do agroturismo;
- a integração e promoção do património histórico-cultural (Casal de Assamassa e Quinta da Teixeira) e da mobilidade pedonal e ciclável.

O revestimento dos taludes com vegetação herbácea, não só por uma exigência estética, mas também, e principalmente, por uma questão técnica, é fulcral porque esta é constituída por plantas pioneiras e de desenvolvimento rápido, que apresentam elevada capacidade de cobertura superficial e possuem um sistema radicular fasciculado, espesso e longo, melhorando as qualidades do solo. O facto de a maioria das plantas herbáceas antecederem as plantas de maior porte na sucessão ecológica é importante devido à capacidade de disponibilizarem nutrientes e matéria orgânica, reter a humidade, descompactar e arejar o solo (Gameiro, 2010). Relativamente ao estrato arbustivo, este tem uma grande capacidade de adaptação às condições ecológicas, proporcionando um efeito de proteção intenso e prolongado (Gameiro, 2010). A cobertura vegetal influenciará no escoamento superficial e na infiltração da água no solo, ao promover a infiltração e reduzir a velocidade do escoamento superficial, com consequente atenuação dos fenómenos de erosão hídrica e a ocorrência de cheias.

Na zona domina a série climatófila divisório portuguesa e arrabidense termo-mesomediterrânea inferior húmido/sub-húmida calcícola do “carvalho-cerquinho” (*Quercus faginea* spp. *broteroi*): *Arisaro clusii* - *Quercus broteroi* *Sigmatum*, série endémica dos sectores biogeográficos Divisório-Português (distrito Oeste-Estremeno) e Ribatagano-Sadense (distrito Arrabidense). A cabeça de série são os cercais de Carvalho-cerquinho da associação *Arisaro clusii-Quercetum broteroi* (Costa *et al.*, 1998, Braun-Blanquet *et al.*, 1956; Mesquita *et al.*, 2005). O seu valor patrimonial é conferido pela presença de habitats no Anexo I da Directiva 92/43/CEE, muitos dos quais prioritários, bem como de plantas endémicas e raras pertencentes aos anexos II, IV e V da mesma Directiva (Espírito Santo *et al.*, 2015). No entanto, devido à ação humana a vegetação climácica foi muito degradada, tendo sido substituída pelas várias etapas da sucessão ecológica regressiva, comunidades subseriais lenhosas e herbáceas, em diferente estado de conservação (Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas, s.d.).

As espécies características lenhosas dos cercais são (Espírito Santo *et al.*, 2015): *Quercus faginea* subsp. *broteroi*, *Quercus coccifera*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Rhamnus alaternos*, *Phillyrea latifolia*,

Pistacia lentiscus, *Pyrus bourgaeana*, sendo estas passíveis de serem usadas nas intervenções de florestação e/ou recuperação biofísica do território.

Nas margens das linhas de água devido à elevada humidade edáfica, desenvolve-se a série edafohigrófila luso-extremadurense, bética e lusitano-andaluza litoral termo-mesomediterrânea do “freixo” (*Fraxinus angustifolia*): *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* S. (Costa *et al.*, 1998).

Devido à intensa utilização agrícola, uma vez que os solos destas zonas são profundos e férteis (solos de aluvião), os freixiais (*Ficario ranunculoides-Fraxinetum angustifoliae*) encontram-se, no geral, destruídos, dominando etapas regressivas da sucessão dos bosques ripícolas: os silvados (*Lonicero-Rubetum ulmifolii*) e os arrelvados (Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas, s.d.; Espírito Santo *et al.*, 2007). Quando cessa a atividade agrícola verifica-se uma invasão por Canas (*Arundo donax*), facto que impede a sucessão ecológica.

Esta série apresenta um valor patrimonial elevado pois encerra vários habitats no Anexo I da Directiva 92/43/CEE, muitos dos quais prioritários, bem como plantas endémicas e raras pertencentes aos anexos II, IV e V da mesma Directiva (Espírito Santo *et al.*, 2007). Os bosques ripícolas exercem importantes funções ecológicas e constituem um *continuum natural* que estrutura a paisagem. Por estas razões devem não só ser preservados, mas reabilitados.

Adicionalmente, propõe-se a remoção e monitorização das espécies exóticas e de carácter invasor, com o objetivo de verificar que o crescimento não impossibilita o acesso às margens nem contribui para a deterioração da qualidade ecológica.

Para demonstrar a eficácia desta proposta, estabelece-se laconicamente um paralelo com o projeto já supracitado, na Ecoaldeia de Tamera, em Odemira, onde ações de restauro e gestão ecológicas contribuíram para restabelecer o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento de água, atenuando o escoamento superficial.

De acordo com os elementos expostos anteriormente, verifica-se que neste setor pormenor insere-se a Quinta da Teixeira, que se encontra classificada como património edificado de Cascais. Este facto, aliado à aptidão agrícola do solo e à existência de dependências agrícolas, propicia o desenvolvimento desta atividade, pelo que, tendo em consideração a aptidão edafo-morfológica local e agroecológica às culturas agrícolas, o autor da dissertação propõe a criação de uma zona de cultivo de hortofrutícolas. Esta intervenção potencia os valores paisagísticos locais. De facto, a experiência de Nova Iorque comprova que a inclusão de paisagens produtivas numa IFV contribui na gestão da água pluvial. Para além disso, as zonas agrícolas promoveram o equilíbrio ecológico do território e contribuíram, ainda, para a diminuição de temperatura, melhoria da qualidade do ar e construção de comunidades sustentáveis, em termos ambientais, sociais e económicos (Cohen e Wijsman, 2014).

Sugere-se ainda que devem ser fomentadas práticas agrícolas sustentáveis isentas de fertilizantes e agroquímicos de síntese, que privilegie o modo de produção integrada ou de produção biológica, de forma a manter a salubridade, a fertilidade e a drenagem do solo, a sanidade das culturas e evitar a poluição dos lençóis freáticos e linhas de água superficiais.

A requalificação e transformação do edificado em alojamento local aliada à implantação da zona agrícola potenciará o desenvolvimento do agroturismo, combinando o esplendor histórico com a atividade agrícola e permitindo o contacto direto com a natureza, agricultura e tradições locais.

Recomenda-se a melhoria da rede de acessibilidades, nomeadamente com a construção de estruturas e passadiços em madeira (não criando obstrução à passagem da água em caso de cheia), de forma a criar um trilho pedonal e uma pista ciclável para passeios e contemplação da natureza. A criação destes passadiços possibilitará o acesso à ribeira.

Na Figura 6.2 estão representadas as propostas de intervenção para a secção 1.

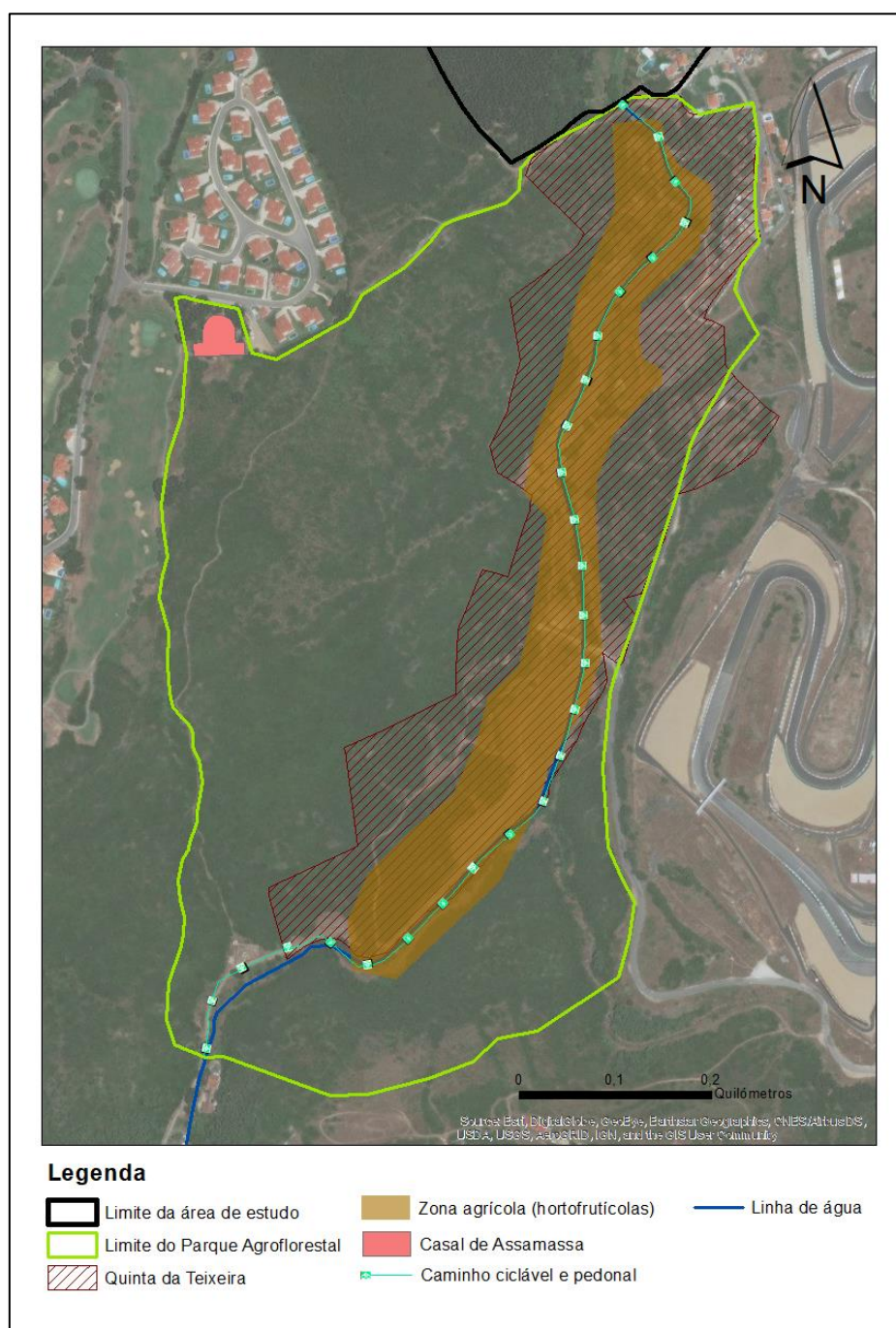


Figura 6.2 Propostas de intervenção para a secção 1 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d.; 2011, 2015j, 2015k)

6.1.2 Secção 2 – Atrozela

Esta zona de intervenção situa-se na Atrozela, numa paisagem predominantemente rural. Propõe-se a consolidação da vegetação ripícola com espécies autóctones, uma vez que esta assume um papel preponderante na diminuição da velocidade da corrente e na redução da suscetibilidade das margens à erosão, ao mesmo tempo que diminui o assoreamento do leito, diminui a temperatura da água e contribui para uma melhoria da qualidade da mesma.

Sendo esta também uma zona suscetível a movimentos de massa em vertentes, a consolidação da vegetação das encostas dá o seu contributo ao promover o processo de formação do solo e impedindo, posteriormente, os deslizamentos de terra. Sugere-se a plantação com elementos arbóreos e arbustivos para estabilização do solo.

Pelo facto de se situar numa zona de RAN e de solos de elevado valor ecológico e de máxima infiltração, poderá ser explorada e melhorada a componente de agricultura atualmente presente. Assim, outra proposta de atuação consiste pela criação de uma zona agrícola (Parque Agrícola da Atrozela), de forma a assegurar a preservação da identidade e valores locais, e para que haja uma produção para utilização e consumo próprio ou para a venda em pequena escala. Em termos de ecologia urbana, este tipo de agricultura tem a vantagem de promover a biodiversidade e mais espaço verde, com todas as vantagens que lhe estão associadas. A existência de um parque agrícola com hortas comunitárias, pomares, vinhas e olivais irá promover o sentimento comunitário entre os moradores e a permeabilização do espaço, ao mesmo tempo contribui para a construção de comunidades autossustentáveis e mais saudáveis. As funções produtiva, didática e recreativa conciliar-se-ão num todo em harmonia. Devem ser fomentadas práticas agrícolas sustentáveis.

Propõe-se a criação de condições para um caminho pedonal e ciclável a desenvolver ao longo da linha de água, à semelhança da secção anterior. Esta intervenção permitirá, também, uma ligação harmoniosa com a Quinta do Pisão e assegurará a conectividade da IFV.

Para além da criação de um espaço agrícola, procura-se promover o reordenamento sustentável do território e intervir na requalificação do aglomerado rural próximo à zona agrícola (delimitado a vermelho) pelo facto de se tratar de uma área degradada.

As propostas de intervenção para a secção 2 são apresentadas na Figura 6.3.

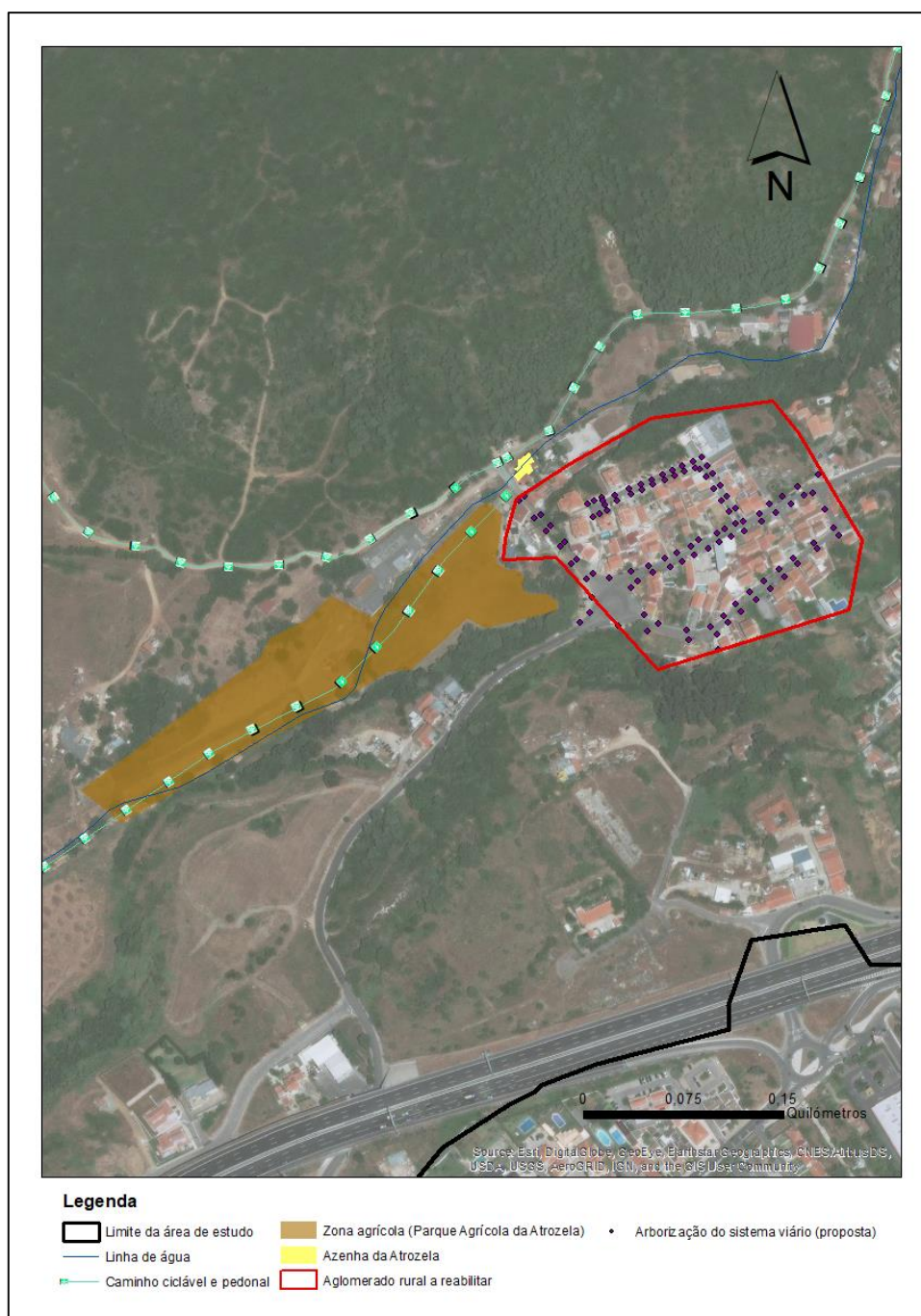


Figura 6.3 Propostas de intervenção para a secção 2 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k)

As propostas de intervenção para o aglomerado rural referem-se à implantação de soluções de controlo e gestão da água pluvial desenvolvidas de acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável, como à semelhança do *Derbyshire Street Pocket Park*, apresentado no capítulo 3.6.5. Permitirão reduzir o impacto do escoamento superficial, maximizar os aspetos estético-paisagísticos e promover a biodiversidade. Torna-se categórico, também, intervir ao nível da requalificação e hierarquização da estrutura viária e de algum edificado, de forma a que as soluções preconizadas sejam eficazmente concretizadas. A Figura 6.4 apresenta as abordagens técnicas a propor para o aglomerado rural.

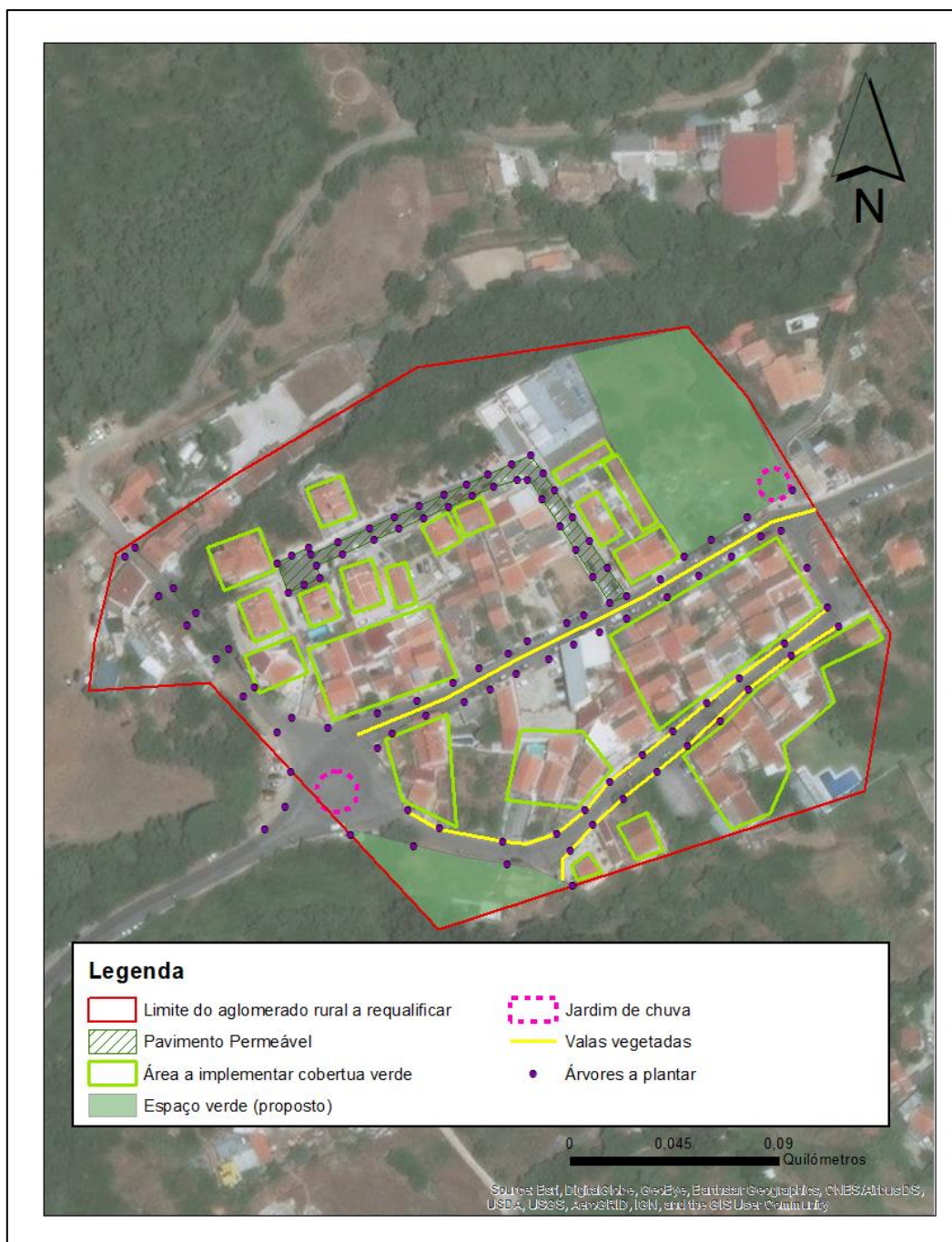


Figura 6.4 Proposta de intervenção para o aglomerado rural da Atrozela (Fonte: Autor)

6.1.3 Secção 3 – Atrozela/Pisão

Para esta secção de intervenção, o autor teve em consideração a BR2 preconizada no PPCCR.V. De acordo com o PPCCR.V, a BR2 localiza-se numa zona de vale aberto, perfeitamente enquadrada na paisagem rural envolvente e sem edificações relevantes. A implantação do dique substituirá o pontão atualmente existente, passando a via de circulação a fazer-se pelo coroamento da barragem (Pereira *et al.*, 2016). Propõe-se que sejam desenvolvidas estratégias que permitam compatibilizar o tráfego pedonal, ciclável e mecânico, por forma a manter a conectividade ciclável e pedonal a montante e jusante do dique. Como o dique constitui um elemento perturbador do meio, ao quebrar a conectividade

territorial, torna-se preponderante, não apenas por questões de enquadramento paisagístico, prever estratégias que permitam a fluidez e continuidade do equilíbrio ecológico; sugere-se um revestimento do dique com *Green Terramesh*, um sistema modular amigo do ambiente que é utilizado para formar ladeiras de reforço de solo vegetativo (CSI Geoturf, s.d.). Estabelecendo laconicamente um paralelo com os projetos da implantação das BR, em Guimarães, e na bacia do rio Odelouca, no Algarve, já supracitados, assevera-se que as BR constituem, de facto, uma solução eficaz no controlo e gestão da água pluvial, combatendo a problemática das cheias e a probabilidade de inundações a jusante, quando concebidas em simultâneo com técnicas de EN. Neste sentido, é fundamental proceder à reabilitação da zona ribeirinha e curso de água, intensificando a consolidação da vegetação ribeirinha para estabilizar e controlar as taxas de erosão, formação e manutenção do solo, bem como aumentar a capacidade de retenção de água do sistema e a função do ecossistema.

Devido ao grau de suscetibilidade elevado a movimentos de massa em vertentes, propõe-se o desenvolvimento da mata para proteção do cabeço e da encosta e, conseqüentemente, proteção contra a erosão hídrica do solo. Concomitantemente, e já supracitado, a intervenção irá promover a infiltração e reduzir a velocidade do escoamento superficial, com conseqüente atenuação da ocorrência de cheias.

Como se trata de uma bacia seca, propõe-se a manutenção e valorização de infraestruturas já existentes, nomeadamente o Parque Aventura da Emboscada. A Quinta do Marquês de Angeja é outro elemento incluído, por forma a promover não só a componente recreativa, como também a cultural. Sugere-se a beneficiação do espaço verde rural circundante ao edificado da quinta (atualmente como estrutura dedicada a eventos) com o intuito de manter o equilíbrio ecológico territorial e respeitar a sustentabilidade do ecossistema.

As propostas de intervenção para a secção 3 são apresentadas na Figura 6.5.

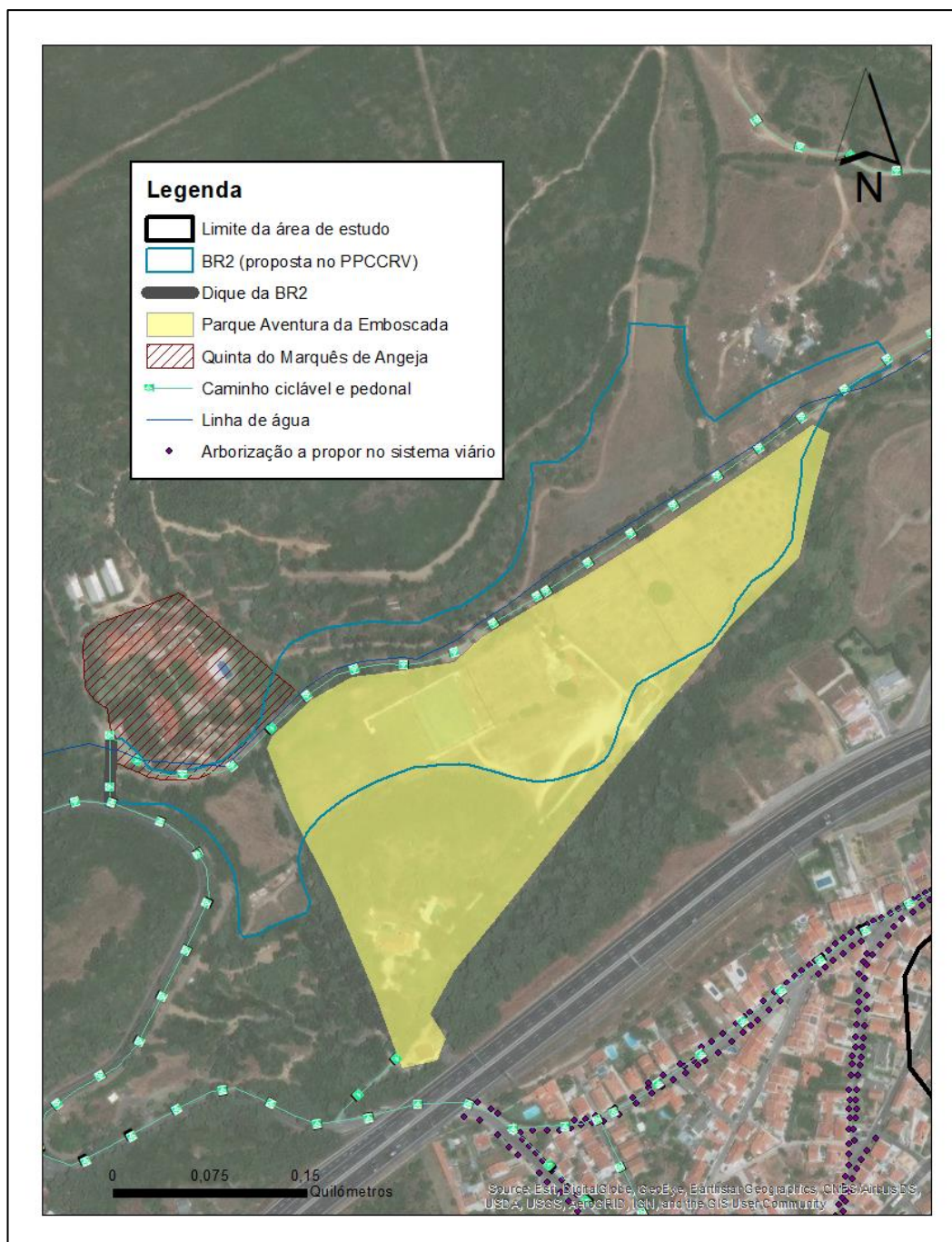


Figura 6.5 Propostas de intervenção para a secção 3 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015j, 2015k; Pereira *et al.*, 2016)

6.1.4 Secção 4 – Casal de Porto Côvo

À semelhança da secção anterior, nesta secção de intervenção o autor teve em conta a BR1 preconizada no PPCCRV: a BR1 localiza-se na ribeira do Pisão, numa zona de paisagem natural, sem ocupação antrópica, e num vale encaixado e arborizado. Segundo o PPCCRV, o coroamento da barragem foi pré-dimensionado para permitir a implementação de uma via de circulação que garanta o restabelecimento dos acessos, a circulação normal de viaturas entre as duas margens da ribeira, e ao mesmo tempo assegure a acessibilidade às operações de manutenção a montante e a jusante do dique (Pereira *et al.*, 2016). Relativamente a esta obra o autor da dissertação propõe que a via seja conectada

aos trilhos existentes e alvo de intervenções paisagísticas, tal como a situação anterior, de forma a ser assumida como parte integrante da paisagem e a respeitar a sustentabilidade do ecossistema. A vegetação existente no local também dissimulará a presença do dique. Uma vez que no local para implantação da BR1 já se encontram infraestruturas e desenvolvidas atividades agrícolas, propõe-se a beneficiação e valorização das mesmas, pois estes espaços verdes de produção possibilitam a infiltração da água no solo. A conectividade entre secção a montante e a jusante do dique é assegurada através de corredores verdes (circuito pedestre atualmente existente: Grande Rota-Ribeira das Vinhas).

Para além da preservação e proteção dos valores naturais, ecológicos e paisagísticos, esta secção da permite a promoção e valorização de áreas rurais (com funções ao nível da gestão da água), com interesse histórico-cultural e arqueológico, nomeadamente com o Casal (ou Quinta) e a Gruta de Porto Côvo e com a Quinta do Pisão. O Casal do Porto Côvo é, atualmente, uma estrutura de lazer e um local para passeios pedestres e contemplação e apreciação da paisagem.

Verifica-se que a linha de água se encontra entre muros de pedra nalgumas zonas, pelo que propõe a adoção de medidas de EN, tal como na secção de intervenção anterior, contribuindo para a manutenção da função hidráulica da ribeira e do ecossistema em geral.

As propostas de intervenção para a secção 4 são apresentadas na Figura 6.6.

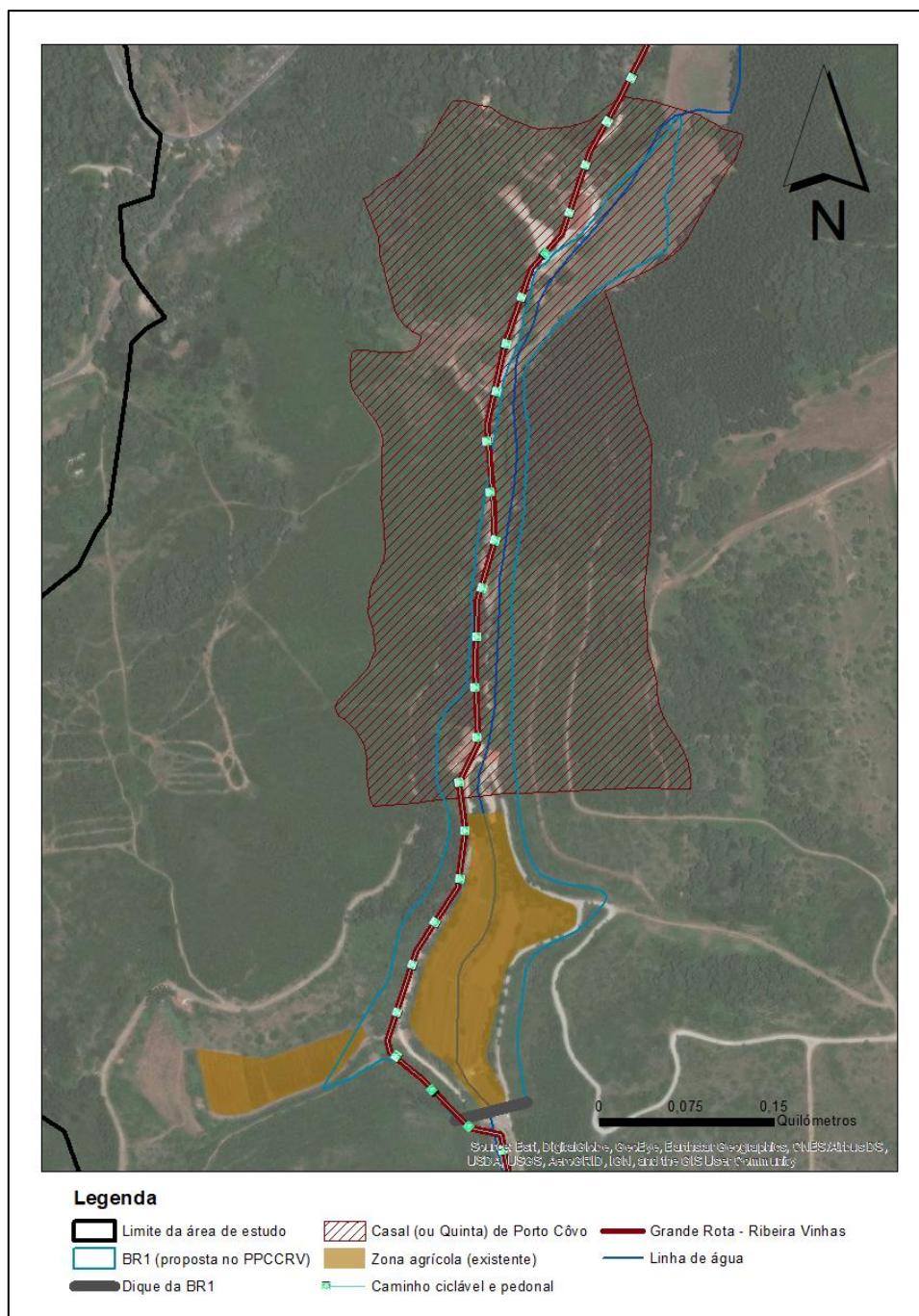


Figura 6.6 Propostas de intervenção para a secção 4 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d.; 2011, 2015i, 2015j, 2015k)

6.1.5 Secção 5 – Pisão 2

Nesta secção observa-se a existência de edificações em leito de cheia, junto à Rua Quinta do Pisão, nomeadamente o Centro de Apoio Social do Pisão (CASP), pelo que esta zona é classificada com elevado grau de risco. O CASP está situado no PNSC e é constituído por uma parte rural e urbana. Este espaço resulta da junção das quintas: Pisão, Copeiro e Porto Côvo. No entanto, a construção da BR1 a montante permite o melhoramento e a manutenção da função hidráulica da ribeira, contribuindo para combater as cheias, e consequentemente diminuir a ocorrência de inundações. Tendo em conta que esta zona se encontra, na sua maioria, valorizada com espaços verdes bem conservados, propõe-

se apenas a beneficiação das atividades desenvolvidas e a manutenção e valorização paisagística periódica, de forma a tornar o local estética e ambientalmente mais agradável, criar zonas de infiltração e armazenamento de água, assim como providenciar outros benefícios na linha dos serviços de ecossistemas. Sugere-se uma intervenção no parque de estacionamento junto ao edificado, com a substituição do pavimento alcatroado por um semipermeável e a colocação de arbustos, árvores e canteiros com plantas ornamentais. As árvores a implementar podem ser freixo (*Fraxinus angustifolia*), carvalho-alvarinho (*Quercus robur*) e sobreiro (*Quercus suber*), por exemplo.

No entanto, verifica-se que nalguns troços a linha de água encontra-se retificada (entre muros de pedra a céu aberto) e canalizada, pelo que se torna preponderante a aplicação de técnicas de EN no leito e/ou margens para a regeneração natural da floresta ripícola, com intervenções sobre o leito e margens de água, bem como da planície aluvial adjacente à ribeira: devem ser construídos muros de suporte vivos nas margens para consolidação das mesmas, e a colocação de rochas disseminadas no leito, aumentando, ainda mais, a rugosidade hidráulica do canal, e diminuindo assim a velocidade da corrente. Desta forma, proliferará a infiltração da água no solo e a velocidade do escoamento superficial será reduzida. O recurso a técnicas de EN potencia a funcionalidade ecológica, hidrológica, hidráulica e paisagística do sistema intervencionado, pelo que este tipo de intervenção deve ser tido, sempre, em consideração.

Propõe-se a beneficiação da estrutura viária, de forma a valorizar o corredor de circulação e a ligação com as restantes áreas envolventes, e promover a circulação pedestre e ciclável (circuito pedestre atualmente existente: Grande Rota-Ribeira das Vinhas).

6.1.6 Secção 6 – Ribeira dos Marmeleiros

Nesta secção de intervenção, a vegetação que se encontra no local corresponde, na sua maioria, às etapas de degradação das unidades de vegetação clímax que potencialmente seria constituída por uma floresta de carvalho-cerquinho nas encostas e por freixo (*Fraxinus angustifolia*) junto à ribeira. Assim, primando pela sustentabilidade e pela integridade e conectividade ecológica e territorial, e tendo em conta o facto de as encostas representarem zonas de elevado risco de erosão hídrica do solo, propõe-se a adoção de práticas de reflorestação/regeneração natural da floresta de carvalho-cerquinho. Concomitantemente, e sendo esta uma zona de máxima infiltração, torna-se preponderante intervir sobre o leito, margens e planície aluvial com freixo, com o intuito de promover a estabilização natural das mesmas e a salvaguarda dos processos biofísicos associados ao ciclo hidrológico terrestre. O plantio de vegetação nativa permitirá aumentar a rugosidade hidráulica do canal fluvial. Este sistema ribeirinho representa um importante corredor ecológico que promove a requalificação ambiental e a salvaguarda da população, do património natural, paisagístico e histórico-cultural, fazendo parte da Grande Rota – Ribeira das Vinhas. A remoção e controlo de espécies exóticas e de carácter invasor torna-se imperativo para manter o equilíbrio do ecossistema.

Propõe-se, também, a recuperação do edificado degradado e a criação de um pólo sociocultural e histórico em comunhão com a natureza, nomeadamente com o reaproveitamento do edificado para a criação de um museu alusivo às atividades desenvolvidas no passado que, aliado ao facto da área de

intervenção se tratar de uma zona de RAN, propicia o desenvolvimento de um espaço afeto à exploração agrícola, nomeadamente de hortofrutícolas.

No entanto, importa referir que para toda a área de intervenção foi preconizada, no PPCCRIV, a BR3, que terá a função de reter parte do volume de água durante a fase de crescimento da onda de cheia. Assim, de forma a minimizar o impacto visual e ecológico causado pela construção do dique a jusante, torna-se preponderante, tal como nas situações idênticas supracitadas, intervenções paisagísticas para que o dique seja assumido como parte integrante da paisagem e respeitar a sustentabilidade do ecossistema, como também prever estratégias que permitem promover a conectividade territorial.

As propostas para a secção 6 são apresentadas na Figura 6.7.

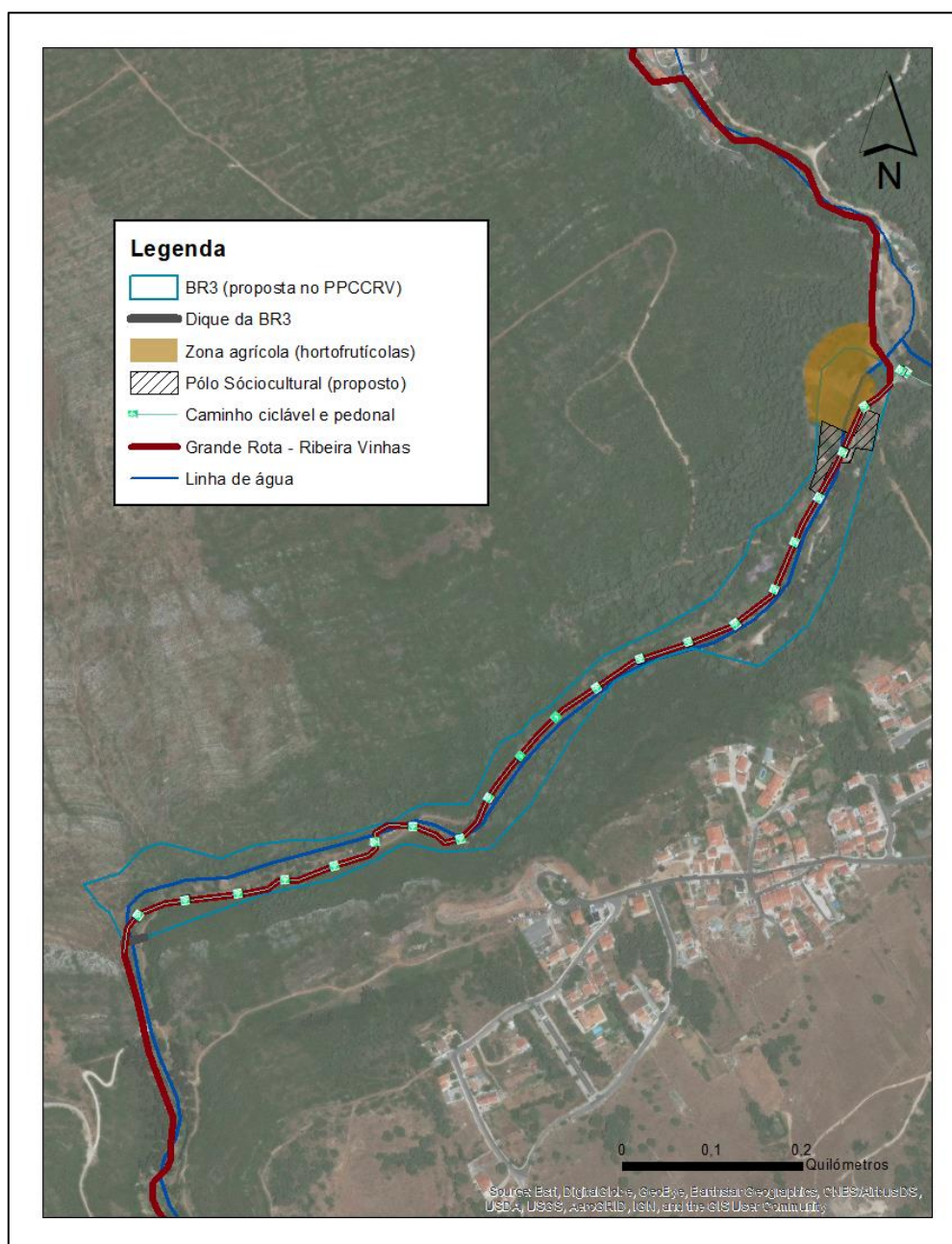


Figura 6.7 Propostas de intervenção para a secção 6 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d., 2011, 2015i, 2015j, 2015k, Pereira *et al.*, 2016)

6.1.7 Secção 7 - Penhas do Marmeleiro

Para esta secção de intervenção propõe-se a ligação do Parque Urbano das Penhas do Marmeleiro a novos circuitos pedonais e cicláveis a implementar. Verifica-se que existe uma estrutura de caminhos organizada, pelo que se torna preponderante a sua beneficiação e inclusão na IFV proposta, por forma a garantir a conectividade territorial. O Parque Urbano das Penhas do Marmeleiro sendo um espaço verde atua na manutenção do ciclo hidrológico natural, ao permitir a infiltração da água no solo.

O leito da linha de água corre, maioritariamente, no estado natural, o que possibilita a manutenção de uma vegetação ripícola propícia ao desenvolvimento de ecossistemas ribeirinhos, enquanto a jusante da A5 (autoestrada), a linha de água encontra-se contida entre muros de pedra. Neste sentido, propõe-se, novamente, a aplicação de técnicas de EN no leito e margens para a regeneração natural da floresta ripícola.

Sendo as encostas suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, propõe-se o desenvolvimento da mata para estabilização da encosta e, consequentemente, proteção contra a erosão hídrica do solo. A intervenção incrementará a infiltração e reduzirá a velocidade do escoamento superficial, com consequente atenuação da ocorrência de cheias.

Fazendo parte integrante da Grande Rota – Ribeira das Vinhas, propõe-se o desenvolvimento de condições para a mobilidade pedonal e ciclável.

A inclusão de espaços já existentes como a Quinta Pedagógica Armando Vilar, uma quinta biológica, permite incutir a educação ambiental, promover atividades lúdico-recreativos e fomentar o contacto com a Natureza e agricultura tradicional, atualmente desenvolvida naquele espaço. Para além disso, constituem espaços que intervêm ao nível da infiltração da água no solo devido à existência de zonas agrícolas e outros espaços verdes de recreio e lazer.

6.1.8 Secção 8 – Ribeira das Vinhas

Sendo esta também uma secção de intervenção categorizada como espaço natural de nível 1, correspondendo “a áreas destinadas à preservação e proteção dos valores naturais de maior valor e interesse ecológico e paisagístico fundamentais ao suporte da biodiversidade do território” (Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio, atualmente revogado pelo Decreto Regulamentar n.º 15/2015 de 19 de agosto) e inserida numa área vital da REM, a proposta incide na construção de um parque urbano linear ribeirinho, à semelhança do *Cheonggyecheon Linear Park*, na Coreia do Sul, que permita contribuir para um funcionamento e remate urbano de qualidade e levar a biodiversidade até ao coração da malha urbana (constituindo corredores de *continuum naturale*). Adicionalmente, irá conferir qualidade paisagística e diversificadas formas de uso (atividades desportivas, recreativas e sociais), e, ainda, melhorar a oferta do município em espaços de recreio e lazer. O parque tem início junto ao mercado da vila e termina na Quinta Pedagógica Armando Villar, ligando-se a diversas localidades adjacentes, através de trilhos pedonais e cicláveis. Com a concretização da proposta, haverá uma aproximação das pessoas à Natureza e um aumento do valor das propriedades envolventes.

A secção de intervenção é um local de excelência com um elevado potencial para a valorização e renaturalização da linha de água, margens e galeria ripícola com espécies autóctones, permitindo conectar a população com o sistema ribeirinho, e incrementar a quantidade de espaço verde.

Propõe-se a valorização ambiental do vale da ribeira, com o restauro das funções hidráulica e hidrológica da linha de água, originando um espaço aberto, limpo e saudável, visando a criação de oportunidades, tanto ecológicas quanto recreativas, ao longo da sua margem. Concomitantemente, é imprescindível intervir ao nível da reflorestação dos taludes como medida de estabilização e proteção, e da remoção e controlo das espécies exóticas e de carácter invasor (uma vez que a sua presença é uma constante em toda a área de estudo) para manter o equilíbrio do ecossistema.

Sugere-se o desenvolvimento da atividade agrícola e a valorização dos pólos de agricultura urbana atualmente existentes como medida de infiltração da água no solo.

Uma vez que o autor teve em consideração a BR4 preconizada no PPCCRV, e tendo em conta que a construção do dique constitui um elemento perturbador do meio, é imperativo apostar no desenvolvimento de ações para a integração paisagística e que permitem o restabelecimento do acesso pedonal, circuito pedestre Grande Rota – Ribeira das Vinhas, entre a zona a jusante e a montante do mesmo. De acordo com o PPCCRV está previsto que o paramento de jusante do dique seja executado em dois patamares, havendo a possibilidade de ajardinamento/arborização do patamar inferior (Pereira *et al.*, 2016). O autor da dissertação sugere que o seu revestimento pode ser executado com o sistema *Green Terramesh* (CSI Geoturf, s.d.)

A jusante do dique propõe-se a criação de um espaço amplo, relvado e arborizado com caducifólias (assegurando a interceção da precipitação e, consequentemente, a diminuição do escoamento superficial da água, como citado na revisão da literatura), e com mobiliário urbano. O circuito pedonal desenhado entre a vegetação poderá ser construído com recurso a materiais naturais e provenientes das intervenções de limpeza e renaturalização a montante. Para além disso, e à semelhança da Horta Acessível (parte integrante do Parque Agrícola da Alta de Lisboa (PAAL)), propõe-se a criação de um espaço de horticultura terapêutica, concebido para cidadãos com necessidades especiais, físicas ou mentais, no local de intervenção (Green Savers, 2012). Acresça-se ainda que o pavimento nas zonas de circulação da horta a propor é do tipo permeável, por forma a promover a infiltração da água no solo. A Figura 6.8 exhibe um protótipo da horta acessível proposta.

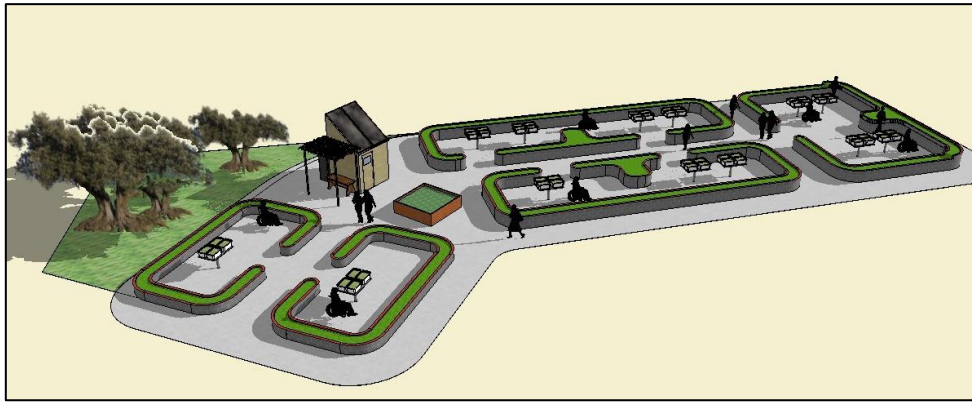


Figura 6.8 Protótipo da horta acessível (Fonte: AVAAL, 2012)

A montante, propõe-se a inclusão do Trilho da Ribeira das Vinhas (primeira fase da recuperação), já inaugurado, que liga Alvide a Cascais, e as localidades adjacentes, nomeadamente Bairro Santana, Cobre, Varandas de Cascais, Fontainhas, Outeiro da vela e Bairro de São José, uma vez que vai ao encontro dos objetivos pretendidos. Devido ao seu potencial de replicabilidade, sugere-se que este tipo intervenção seja concretizado até à Quinta Pedagógica Armando Vilar, tendo sempre em conta as intervenções definidas anteriormente. Esta intervenção, para além de renovar a capacidade de drenagem da ribeira, promove a mobilidade suave assim como outros benefícios na linha dos serviços de ecossistemas.

As propostas de intervenção para a secção 8 são apresentadas na Figura 6.9

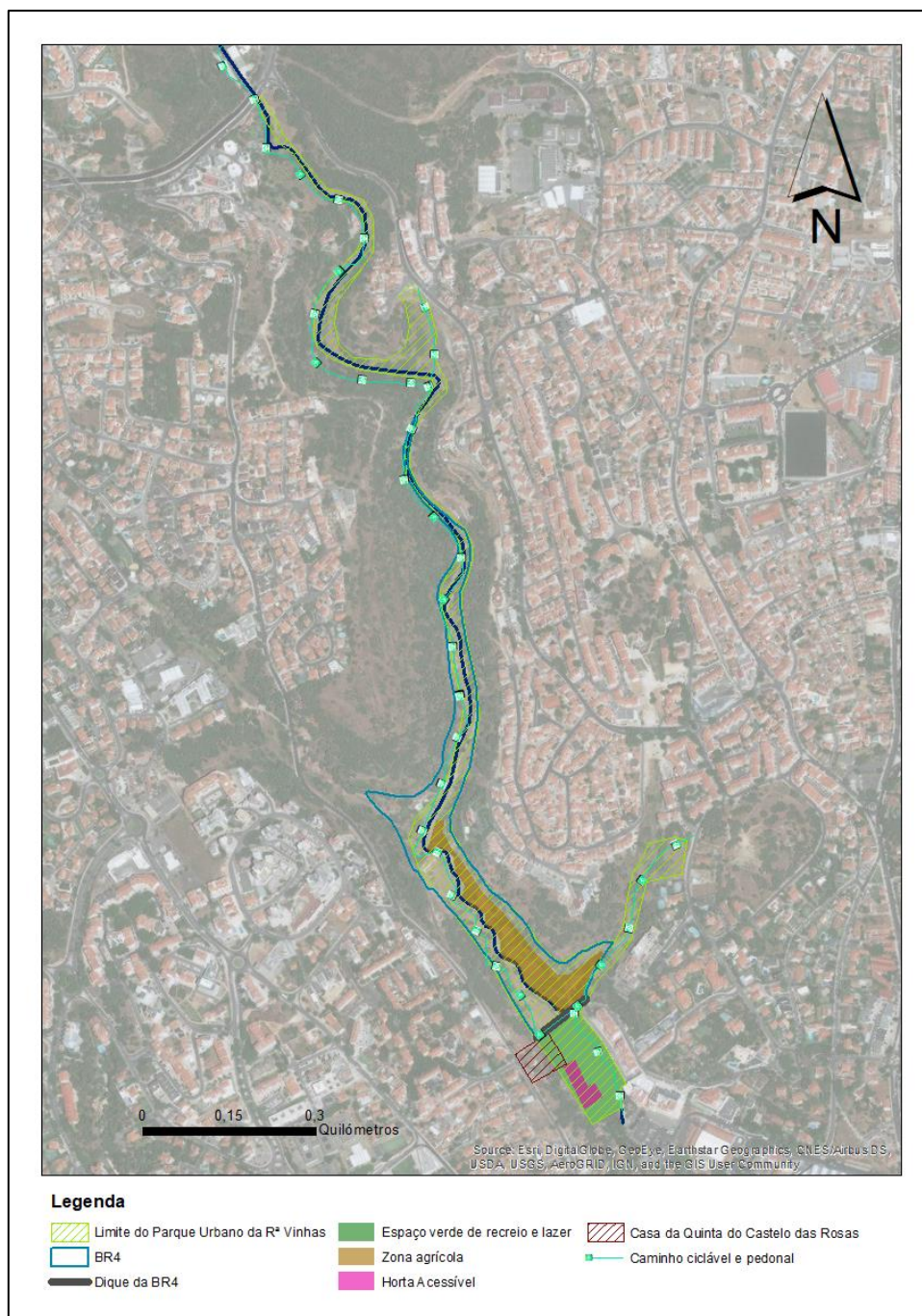


Figura 6.9 Propostas de intervenção para a secção 8 (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, s.d. 2011, 2015j, 2015k, Pereira *et al.*, 2016)

6.1.9 Secção 9 – Cascais

A abordagem de atuação proposta para esta zona com um elevado grau de urbanização passa pela implantação de zonas de infiltração e armazenamento de água, nomeadamente através da utilização e combinação de vários elementos SUDS, tais como coberturas verdes, jardins de chuva, trincheiras de infiltração, valas, caldeiras para árvores, canteiros de atenuação e pavimentos permeáveis, e de espaços públicos abertos, possibilitando, sempre que possível, a ligação entre eles. Ao mesmo tempo, a manutenção dos espaços verdes e árvores existentes, assim como a implantação de novos torna-se categorico na criação de zonas de infiltração e armazenamento de água.

As soluções preconizadas favorecem a infiltração da água no solo e aumentam a capacidade de retenção/armazenamento da água pluvial, reduzindo e atrasando os caudais de ponta no sistema de drenagem pluvial e, consequentemente, contribuem para melhorar o funcionamento do mesmo, tendo em conta que entra em carga quando o escoamento, no troço coberto, atinge a altura correspondente a meia secção. Estas abordagens possibilitam modernizar ou alterar os vários elementos das infraestruturas “cinzentas” que atuam de forma rígida e centralizada num sistema híbrido de infraestruturas distribuídas e flexíveis.

Uma vez que foi impossível intervir em toda a zona urbana, a intervenção foi prioritária nas zonas suscetíveis a cheias e inundações. Também houve intervenção em locais que não apresentam suscetibilidade à ocorrência daquele tipo de desastre natural com o objetivo de, não só gerir a água localmente, como também aproveitar o potencial dos mesmos e inclui-los na IFV, ao criar um *continuum naturale* para a promoção do património histórico-cultural existente, proliferar a resiliência e sustentabilidade territorial e aumentar a qualidade da paisagem.

Para demonstrar a eficácia desta proposta, estabelece-se laconicamente um paralelo com os projetos já supracitados, no Capítulo 3.6, que recorrem ao SUDS e ao aumento das áreas permeáveis para gerir a água pluvial em meio urbano, bem como com a informação explanada no capítulo 3.5.

a. Coberturas verdes

Propõe-se a implementação prioritária, e sempre que possível, de coberturas verdes em todo o edificado situado em zona suscetível (delimitados a vermelho na Figura 6.10), nomeadamente, em alguns condomínios particulares, edifícios da CMC, comerciais, armazéns e edifícios de estacionamento. No entanto, esta solução pode ser extensível a todo o edificado presente na área de estudo.

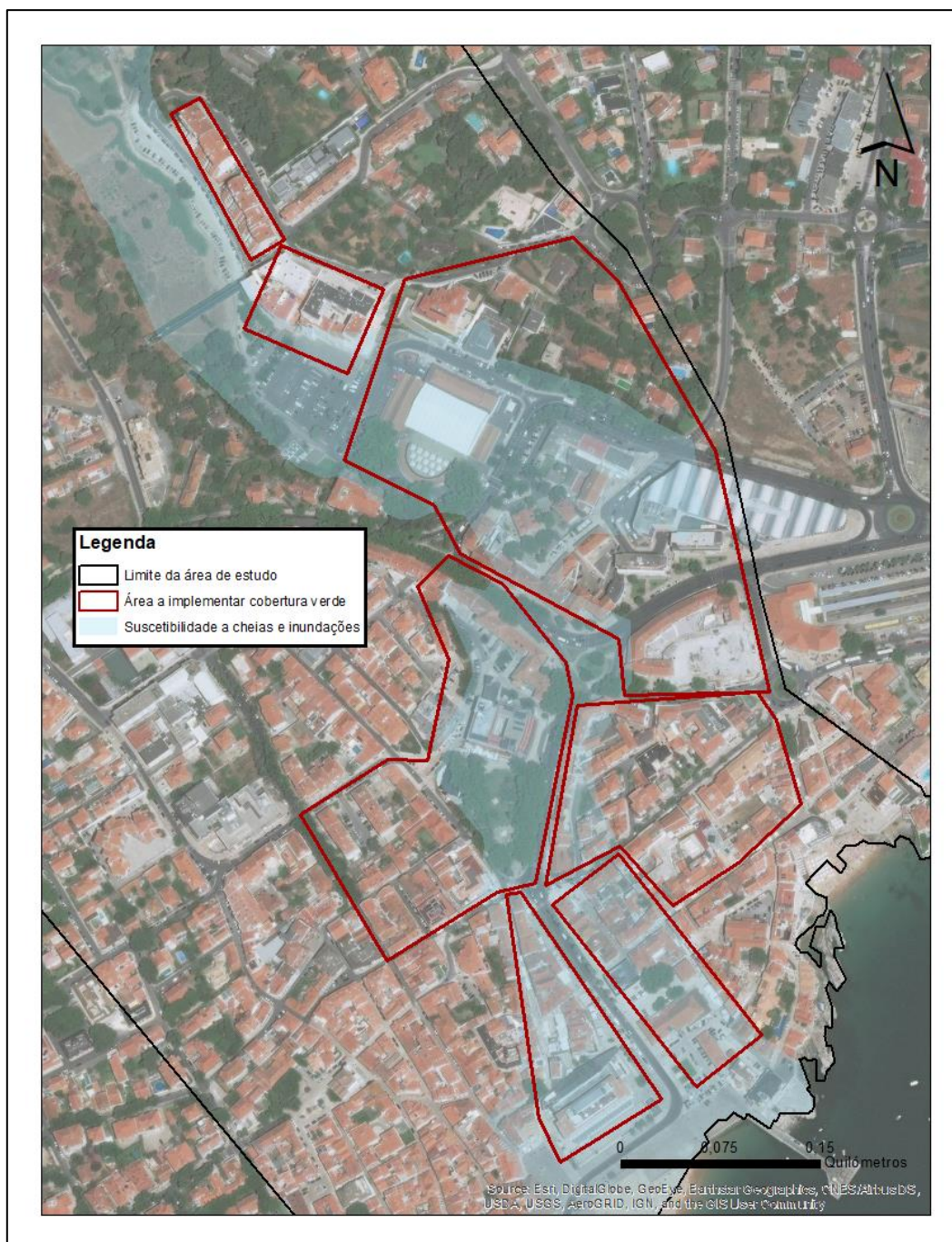


Figura 6.10 Delimitação proposta para a implementação prioritária de coberturas verdes no setor pormenor da secção 9
(Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Tendo em conta a gama dos valores de referência para a percentagem de retenção de água em função da profundidade do substrato de crescimento apresentados na Tabela 3.2, e que a precipitação média anual ponderada sobre a bacia é de 771 mm (valor inserido no intervalo de valores de precipitação anual na ordem dos 650-800 mm), poderá ocorrer uma retenção média anual de água na ordem dos 40% a 60%, dependendo de fatores supracitados.

Concomitantemente, as coberturas verdes providenciam um conjunto de benefícios fundamentais em ambiente urbano, tais como, a melhoria da qualidade do ar, regulação da temperatura e atenuação do

efeito de ilha de calor local (essencial nos meses de Verão em Cascais), qualidade e tratamento das águas pluviais e uma valorização estético-paisagística local.

Propõe-se a implantação de coberturas verdes do tipo extensivo, devido às suas características, reduzidas necessidades de manutenção e requisitos estruturais. As plantas para este tipo de cobertura têm de ser resistentes à intensa radiação solar, exposição ao vento, falta de água e humidade do ar, baixo teor em nutrientes no solo e áreas limitadas para o desenvolvimento de raízes. Assim, as plantas mais adequadas são *Sedum* e *Sempervivum*, da família das *Crassulaceae* (Figura 6.11), as quais têm a capacidade de armazenar grandes quantidades de água nas suas folhas e recuperam muito facilmente de períodos de seca (Pinto, 2014).

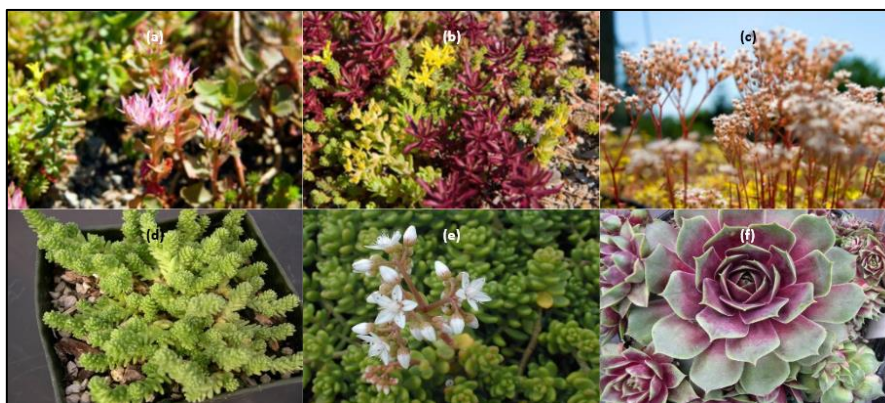


Figura 6.11 Espécies de plantas rasteiras que podem ser usadas em telhados extensivos: (a) *Sedum spurium*, (b) *Sedum acre* and *Sedum sitchotense*, (c) *Sedum album*, (d) *Sedum acre diploid*, (e) *Sedum album Athoum* e (f) *Sempervivum "Fame"* (Fonte: Adaptado de Pinto, 2014)

Dada a possibilidade de combinar as coberturas verdes com sistemas de armazenamento e reutilização da água pluvial, como cisternas ou reservatórios subterrâneos, poderá haver um reaproveitamento dessas águas para alimentar o sistema de rega local, ou jardins e quintais privados.

b. Pavimentos permeáveis

Outra proposta de atuação passa pela substituição da pavimentação alcatroada por pavimento permeável. O principal objetivo desta intervenção consiste em promover a infiltração do escoamento superficial, de modo a evitar picos de cheias que possam causar inundações repentinas, tal como supracitado no capítulo 3.5.2. Outro objetivo é a inserção da componente “verde” na malha urbana, com benefícios não só ambientais, como estético-paisagísticos, fazendo a ligação à sua envolvente natural.

Propõe-se pavimentação permeável nos espaços exteriores das habitações e semipermeáveis parques de estacionamento (Figura 6.12), nomeadamente no do mercado da vila de Cascais (1) e no parque de estacionamento junto à estátua em homenagem ao Rei D. Carlos I (2), nalgumas ruas do centro histórico (as quais estarão incluídas na área delimitada e denominada como “quarteirão verde” (3) proposta pelo autor e apresentada posteriormente), na rua dos Navegantes e na Travessa dos Navegantes (4). Estas últimas, apesar de se encontrarem afastadas da zona suscetível à ocorrência de inundações, o autor da dissertação reconhece o potencial das mesmas para a implementação desta solução, e sua inclusão na IFV proposta, que para além de contribuir para uma gestão sustentável da

água no local, possibilita espalhar o *greening* para aquela zona urbana e promove o património histórico-cultural existente.

A utilização de pavimentos permeáveis é uma solução flexível, adaptável e bem aceite pela comunidade.

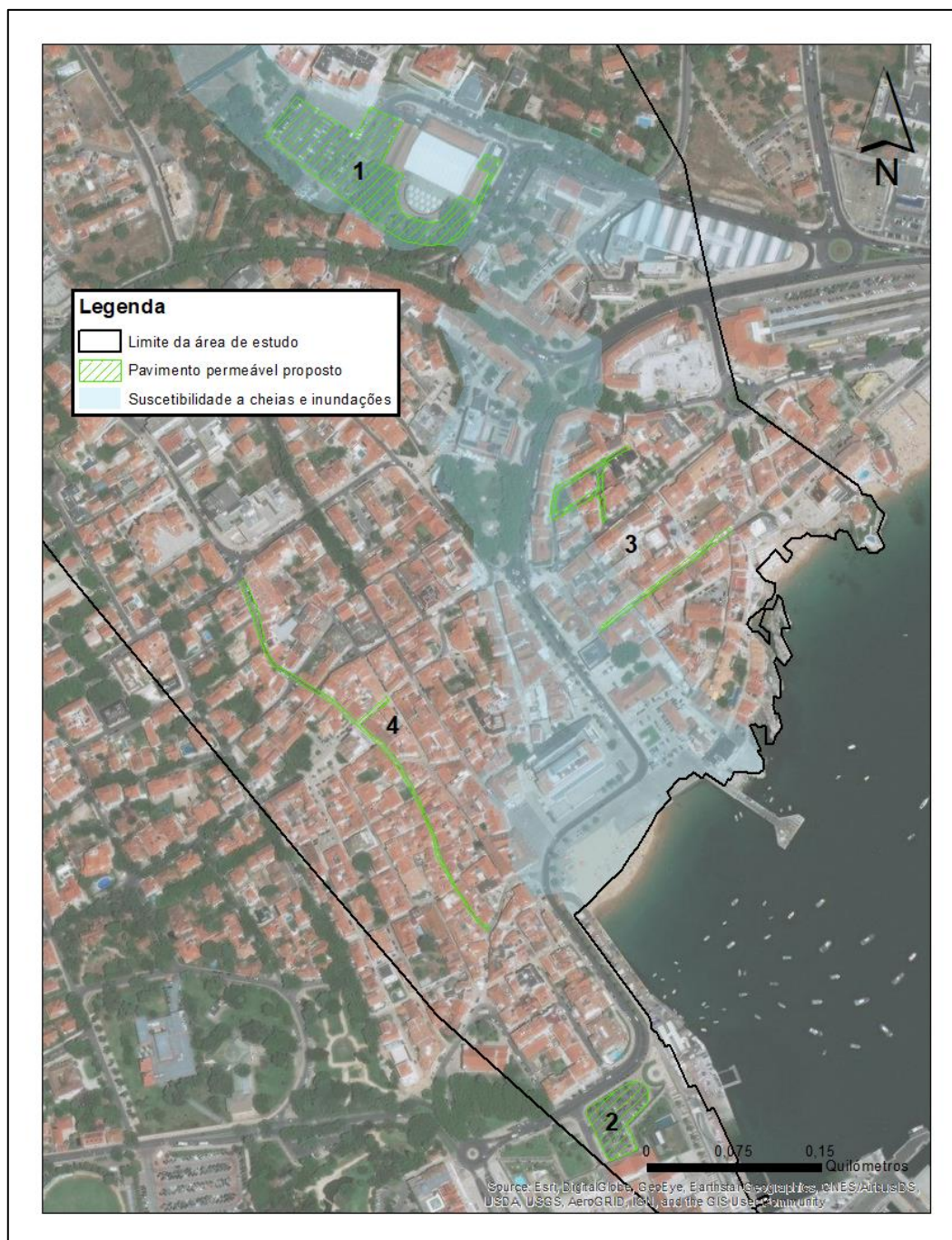


Figura 6.12 Proposta de implementação de pavimento permeável no setor pormenor da secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

c. Manutenção e implementação de árvores, jardins de chuva, valas vegetadas, trincheiras de infiltração e canteiros de atenuação pluvial

Outra proposta para promover a infiltração e gerir a água será a implantação, sempre que as características da matriz urbana permitirem, e principalmente nas zonas suscetíveis à ocorrência de inundações, de jardins de chuva, valas, trincheiras de infiltração e canteiros de atenuação pluvial. Estas infraestruturas para além de intervirem na gestão da água pluvial, representam soluções bem integradas no meio urbano e providenciam outros benefícios de cariz ambiental essenciais em ambiente urbano, como supracitado no capítulo 3.5.2. Quando combinadas apresentam um maior desempenho, sendo eficazes na gestão do escoamento superficial perante eventos pluviais extremos.

A água pode ser direcionada para as referidas infraestruturas “naturalmente” (escoamento superficial) ou através de sistemas de drenagem de telhados próximos. A escolha de espécies a utilizar nos jardins de chuva e canteiros deve basear-se no bom desempenho no ecossistema urbano e no conhecimento das espécies nativas ou naturalizadas com sucesso adaptativo no contexto a intervir. Devem ser autóctones e apresentar uma boa tolerância ao período estival, assim como à submersão temporária por água. Da mesma forma, árvores a plantar nas margens das valas devem ser autóctones para promover a infiltração da água excedente da vala. Recomenda-se a utilização de árvores pequenas, arbustos grandes e herbáceas de flor com reduzidas necessidades de manutenção. Na Alameda dos Combatentes da Grande Guerra, propõe-se a implementação de uma vala plantada com arbustos, funcionando como um separador de via, e a abolição do estacionamento na rodovia de forma a torná-la mais larga e possibilitar a concretização da solução preconizada.

Na Figura 6.13 apresenta-se a área prioritária (delimitada a vermelho) para implementação das infraestruturas referidas.

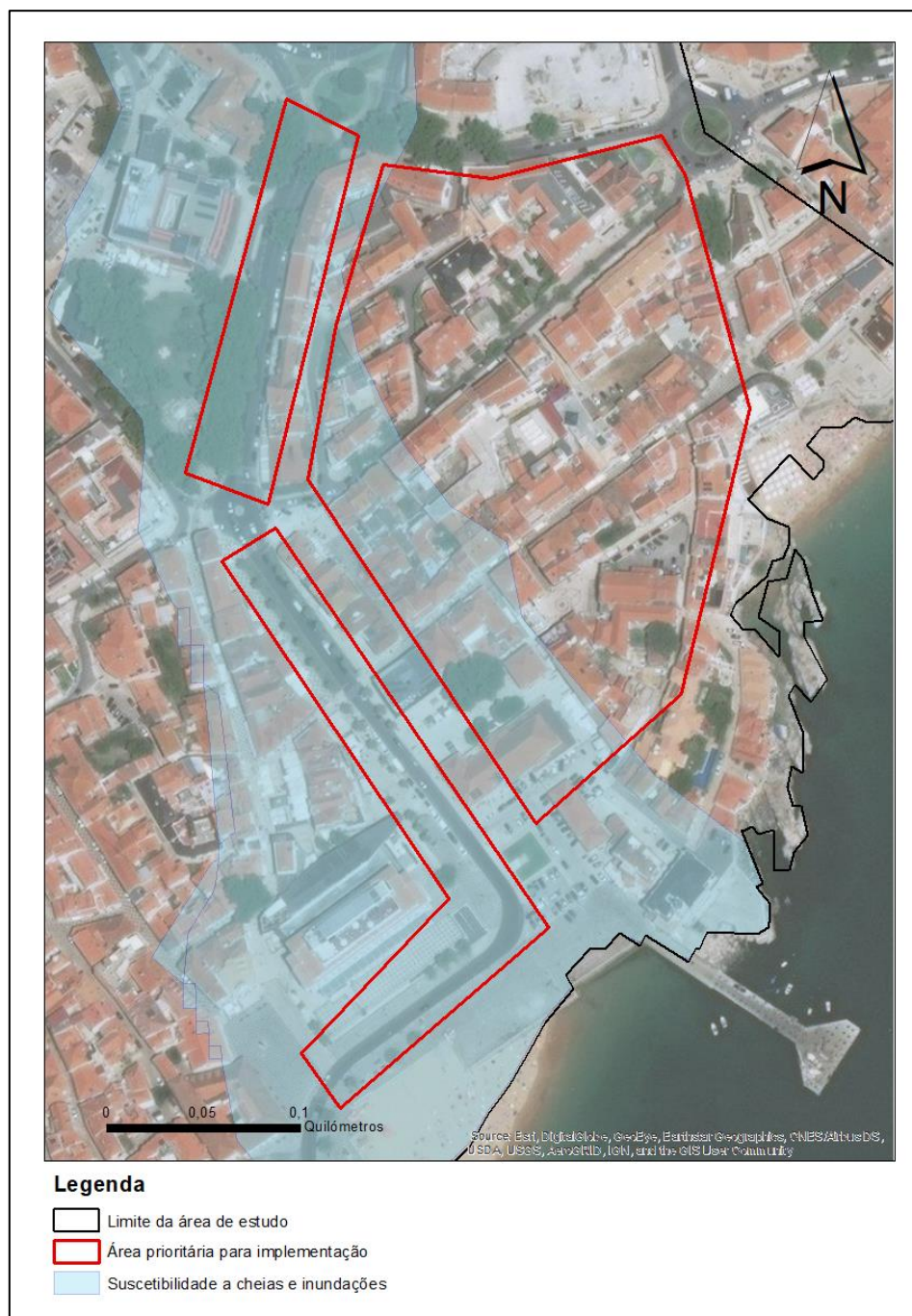


Figura 6.13 Área prioritária para implementação de implementação de árvores, jardins de chuva, valas vegetadas, trincheiras de infiltração e canteiros (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Também se torna imperativo intervir ao nível da manutenção e implementação da arborização do sistema viário (Figura 6.14), uma vez que a existência de árvores nas cidades é vital para a qualificação do espaço urbano. A noção de arborização em vias públicas suporta, simultaneamente, duas dimensões: ambiental-ecológica e estético-paisagística. Esta abordagem técnica potenciará a infiltração da água no solo e a interceção da água das chuvas, funcionando como uma “caixa” de retenção hídrica natural e atenuando, consequentemente, o problema das inundações. Para além disso, a arborização viabiliza a conexão entre as populações de fauna de fragmentos maiores e abriga uma infinidade de seres vivos, enriquecendo o ecossistema urbano e aumentando sua biodiversidade.

A arborização proposta deve ter um porte adequado, de forma a não diminuir o sentido estético e a identidade da rua. A altura das caldeiras para árvores é um aspeto a ter em consideração, pois as áreas pavimentadas para o plantio das árvores e as caldeiras construídas ao longo destas impedem, muitas vezes, a infiltração das águas pluviais, traduzindo-se num maior escoamento a jusante. Estas medidas requerem sempre a sua manutenção para que os efeitos positivos da sua construção sejam os mais duradouros e eficazes possíveis (Gaspar, 2012). Pelo trabalho de campo verificou-se que existem inúmeras caldeiras de árvores em más condições, pelo que se propõe intervir ao nível da requalificação das mesmas. Noutras zonas, recomenda-se a plantação de árvores em trincheiras de infiltração. Apesar do autor querer intervir ainda mais ao nível da arborização, as dimensões do sistema viário, muitas vezes, impossibilitam a colocação de árvores.

A proteção das árvores classificadas deve ser prioritária e a arborização a propor deve ser autóctone.

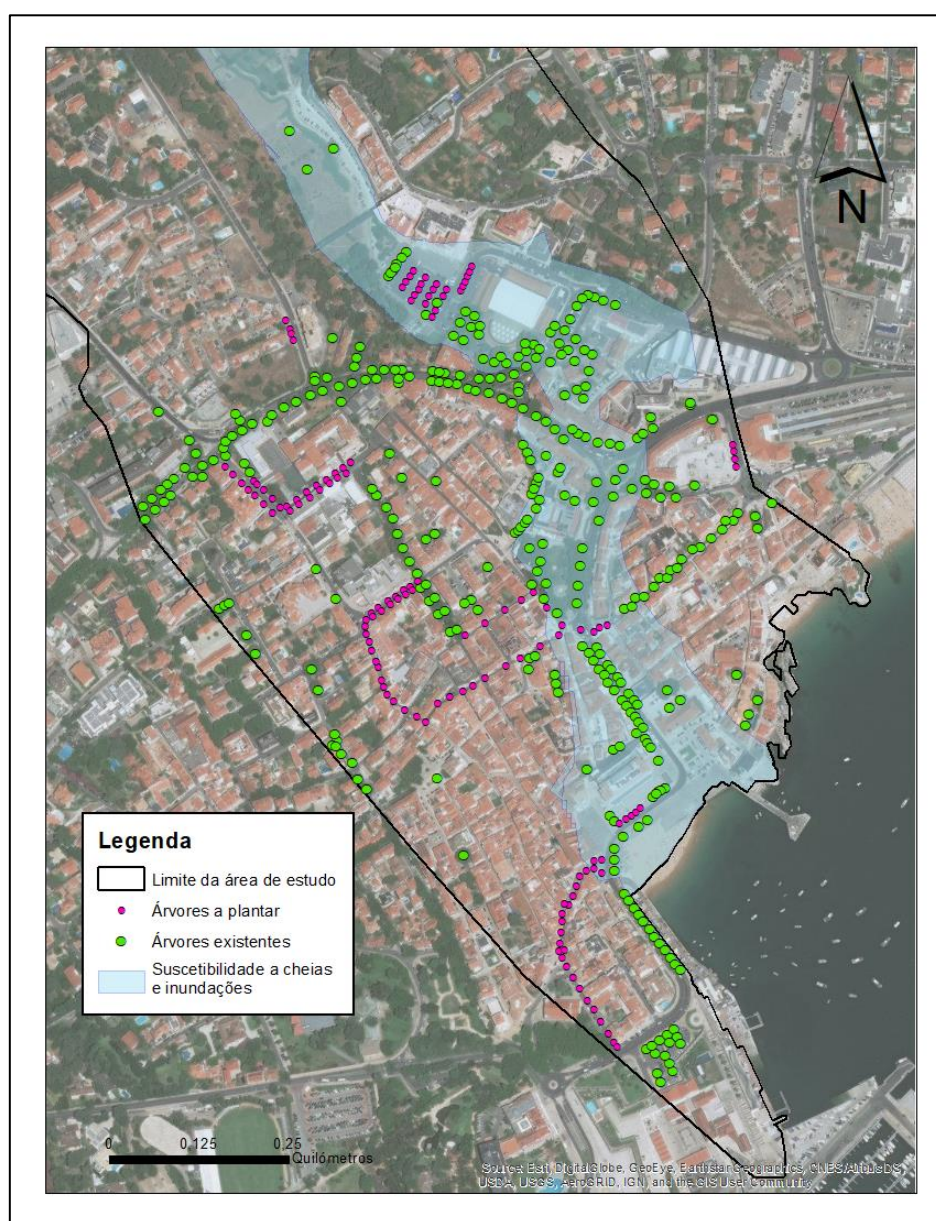


Figura 6.14 Árvores de arruamento, existentes e propostas (pelo autor), na secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

d. Zonas de lazer associadas a espaços de retenção de água

A presença de zonas de lazer associadas a espaços de retenção de água, como parques e espaços verdes e recreativos, é de extrema importância pois para além de favorecerem a infiltração e drenagem da água, promovem o bem-estar social, funcionam como pontos de ligação entre corredores verdes e aumentam a robustez da IFV (Gaspar, 2012).

Apesar de existirem diversos espaços verdes no território, nem todos têm uma função de recreio e lazer. Acresça-se ainda que, através do trabalho de campo, o autor reparou que também existem terrenos abandonados com potencial para a criação de espaços verdes de recreio e lazer. Não foi possível compreender se um dos terrenos a propor espaço verde (3) é de domínio público ou privado, pelo que a proposta assume que este espaço é da gestão da autarquia. Assim, propõe-se a criação de 3 zonas de lazer associadas a espaços de retenção de água (Figura 6.16):

- **Espaço proposto 1** – sito junto ao parque de estacionamento do mercado, atualmente alcatroado, propõe-se um espaço verde de recreio e lazer com vegetação autóctone. Como complemento, pode ser interessante a presença de mobiliário urbano, como um quiosque construído com madeira e materiais reutilizáveis e algumas mesas e cadeiras. Junto ao edificado, os canteiros de atenuação pluvial com vegetação ornamental, para onde pode ser descarregada, através de caleiras, a água da cobertura verde previamente proposta, valorizarão, ainda mais, esteticamente o local.
- **Espaço proposto 2** – espaço verde de recreio e lazer com cerca de 9 945 m² localizado no cruzamento entre a Rua José Florindo e a Rua Nossa Sra. Da Assunção. Propõe-se que este seja semelhante ao espaço verde e de lazer em Cabeço de Mouro, na freguesia de São Domingos de Rana (Figura 6.15).

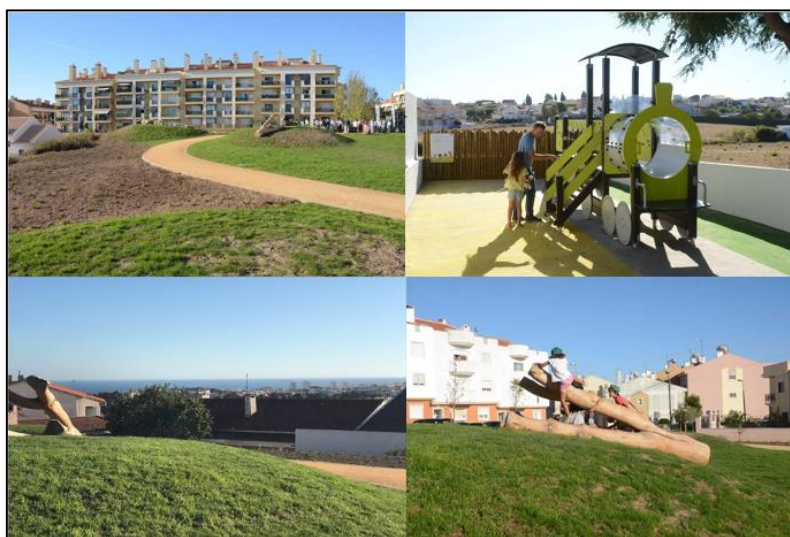


Figura 6.15 (Fonte: Adaptado de CMC, 2017b)

- **Espaço proposto 3** – Criação de um espaço verde com os 3 estratos de vegetação autóctone e espécies ornamentais. O acesso ao espaço verde poderá ser feito pela Rua José Florindo, Rua Nossa Senhora da Assunção e Avenida 25 de Abril. Sugere-se também, como

complemento, a colocação de placas de identificação em toda a vegetação, de forma a quem visite o local possa saber que espécies estão a contemplar, e de mobiliário urbano, através de bancos e bebedouros, por exemplo. Também seria interessante a colocação de uns abrigos para cães de rua e ninhos para aves, construídos em madeira, integrando-se perfeitamente no paisagismo.

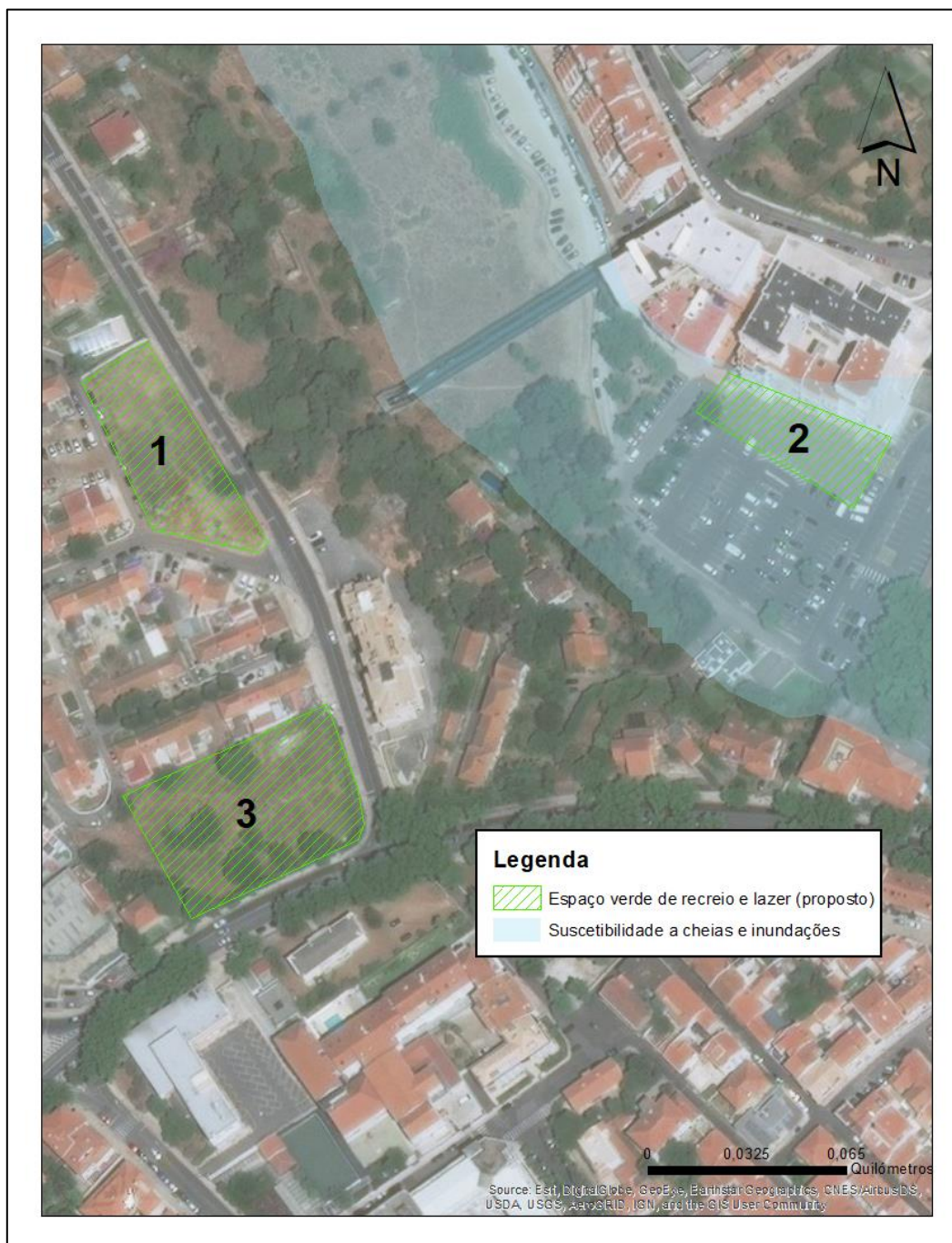


Figura 6.16 Proposta de implementação de espaços verdes de recreio e lazer no setor pormenor da secção 9 (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

À semelhança das soluções preconizadas para o aglomerado rural da Atrozela, a criação do “Quarteirão Verde” consiste em promover o uso combinado de SUDS para gestão da água local, ao nível do quarteirão, mostrando como a implementação, e combinação, destes pode ser bem-sucedida em ambiente urbano, estabelecendo, novamente, um paralelo com o *Derbyshire Street Pocket Park*. Ao mesmo tempo cria um espaço agradável e sustentável para a comunidade. As soluções são apresentadas na Figura 6.17. Importa realçar que a cobertura verde na rua é do género de uma trepadeira numa estrutura metálica colocada entre o edificado, com a função de intercetar a água pluvial.

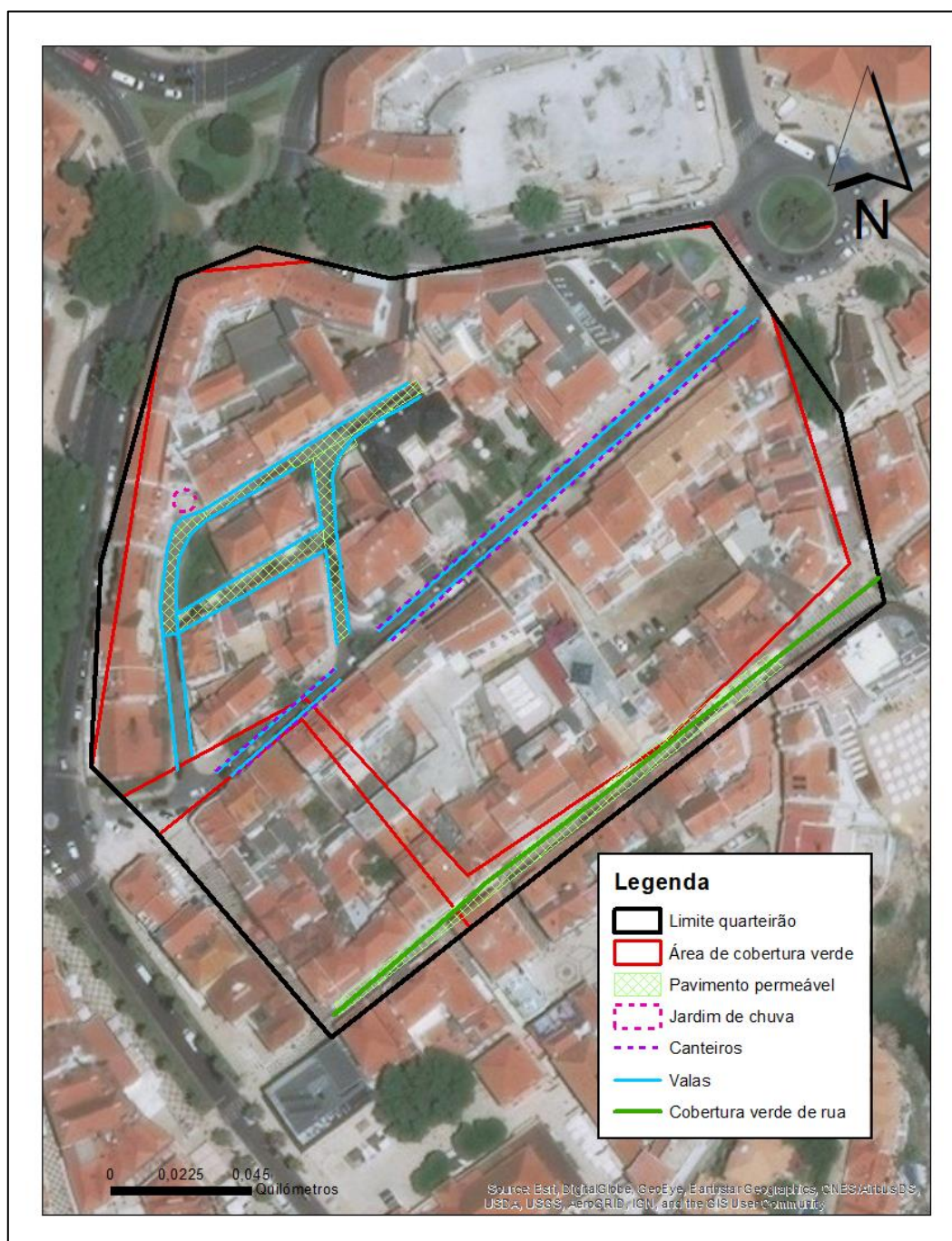


Figura 6.17 Proposta de intervenção para o “quarteirão verde” da secção 9 (Fonte: Autor)

6.2 Plano de Infraestrutura Verde Proposta

O delineamento do plano da IFV foi efetuado não só de acordo com a caracterização da AE como também pelas abordagens propostas ao setor pormenor consideradas neste trabalho e visitas de campo. Como uma IFV é definida pelo seu carácter polivalente, o sistema proposto consiste numa rede articulada de espaços na perspetiva de que assumem múltiplas funções, através da integração de um conjunto de elementos que necessitam de ser protegidos ou potenciados, num determinado local, ao mesmo tempo que contribuem para torná-la mais rica. No entanto, como o cerne do desafio consiste na integração da gestão da água na paisagem, os elementos selecionados dão o seu contributo, direta ou indiretamente, na proteção das linhas de água e zona adjacente, ao fazer uma gestão integrada da água local, e, consequentemente, no combate à problemática das cheias e das inundações na região.

Os elementos a integrar no plano da IFV proposta foram divididos em 3 categorias: elementos existentes ou propostos no PDM Cascais/visitas de campo e virtuais, elementos propostos nesta dissertação e elementos propostos no PPCCRV. Estes elementos são apresentados sumariamente na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 Elementos a integrar no plano da IFV proposta

PDM Cascais/visitas de campo	Na dissertação	PPCCRV
<ul style="list-style-type: none"> - Linhas de água (e zona adjacente); - Percurso ciclável; - Sistema viário arborizado; - Barragem do rio da Mula; - Quintas históricas; - Quinta do Pisão; - Património histórico-cultural, arqueológico e arquitetónico; - Parque de aventura e diversão; - Parques urbanos; - Jardins; - Outros espaços verdes de recreio e lazer; - Espaços verdes de produção; - Espaços verdes de enquadramento; - Percurso equestre; - Percurso pedestre; 	<ul style="list-style-type: none"> - Percurso ciclável; - Sistema viário arborizado; - Parque urbano; - Parque Agroflorestal (inclui um espaço de verde de produção); - Outros espaços verdes de recreio e lazer; - Espaços verdes de produção (zonas agrícolas); - Edifícios “verdes” (edificado com cobertura verde com espaços verdes de enquadramento); - Percurso pedestre; 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacias de retenção.

- Escolas, campos de jogos e campo de golfe (Penha Longa Atlantic).

O elemento “linhas de água e zona adjacente” foi considerado pela relevância que assume na presente dissertação, constituindo um “elemento chave” na IFV proposta. Estes espaços, classificados na REN, funcionam como corredores vitais, estabelecidos na REM, sendo fulcral a sua proteção e restauro, sempre que necessário, em toda a sua extensão. Os ecossistemas ribeirinhos, através da presença de vegetação ripícola, como já supracitado, são fundamentais para a promoção de processos biofísicos associados ao ciclo hidrológico terrestre, e para a salvaguarda dos recursos naturais água e solo. Associado às funções recreativas e culturais, a sua inclusão permitirá conectar diversos espaços físicos territoriais, contribuindo para a coerência ecológica territorial.

A Quinta do Pisão devido às suas características e dimensões constitui um importante espaço verde no território. Situado em pleno PNSC e caracterizado pela sua elevada diversidade florística e faunística, suportada por uma considerável diversidade de habitats naturais da RN2000 (com potencial para proporcionar atividades e experiências associadas aos espaços naturais e turismo rural), o autor considera a sua inclusão na AE, juntamente com as linhas de água e zona adjacente, prioritária, pelo facto de este fornecer uma série de funções a nível ecológico, paisagístico ou produtivo, essenciais para o equilíbrio ambiental e sustentabilidade territorial, aliando a conservação da natureza e biodiversidade com a saúde e bem-estar. Este espaço encontra-se inserida numa área estratégica de proteção e recarga de aquíferos, o sistema aquífero Pisões-Atrozela, estabelecida na REN, o que associado a rede hidrográfica da AE e práticas sustentáveis do uso do solo, permitirá um balanço equilibrado do ciclo hidrológico.

Os espaços verdes tiveram em conta a carta da estrutura verde urbana apresentada anteriormente assim como os espaços verdes propostos no Capítulo 6.1. Porém, relativamente àqueles, nesta etapa apenas foram selecionados os que tinham interesse em serem preservados ou os que poderiam sofrer alguma manutenção de modo a potenciar as suas particularidades na IFV. Como visto na revisão da literatura, os espaços verdes, através das suas diferentes funções e características, promovem a infiltração da água no solo, representando um elemento vital para a sustentabilidade territorial. A conceção de uma rede hierarquizada de espaços garante a segurança da IFV, coesão territorial e as funções ecológicas e estéticas associadas.

O sistema viário arborizado caracterizado por ruas verdes multifuncionais, assegura a ligação entre os vários elementos da IFV, contemplando a restituição da multifuncionalidade da paisagem local. As ruas verdes multifuncionais consideradas na IFV integra ecossistemas artificiais, tais como valas vegetadas, pavimentos permeáveis, canteiros de atenuação pluvial, trincheiras de infiltração e jardins de chuva, espaços verdes de enquadramento e proteção a infraestruturas e a arborização do sistema viário, os quais atuam na gestão da água pluvial, promovendo a infiltração e a interceção da chuva, e reduzindo o escoamento superficial. As ruas verdes, como estratégia de conexão entre pessoas e áreas verdes,

promovem a mobilidade suave, através de percursos pedonais e cicláveis, propostos pela CMC e pelo autor, e melhoram a qualidade dos espaços urbanos.

O edificado com cobertura verde, com grande poder na retenção da água pluvial e na detenção do escoamento superficial, foi incluído como elemento no plano da IFV, pois permite reduzir e atrasar caudais de ponta no sistema de drenagem, constituindo os denominados “retiros” na IFV. Representam áreas de valores ecológicos localizadas no território, ao servir de fonte de alimento, abrigo e suporte às deslocações dos organismos móveis (avifauna, por exemplo), ao mesmo tempo que permitem criar um *greening* urbano, aumentando a robustez própria da IFV.

A inclusão de elementos inseridos em áreas estruturantes primárias e secundárias da REM, como parques de diversão e aventura, decorre não só do seu carácter recreativo na Natureza, essencial na IFV, como também pelo facto de representarem espaços de natureza com funções determinantes a nível ecológico e paisagístico, relacionando-se com os sistemas hidrológicos de forma significativa, sendo, por isso, relevantes no controlo das cheias e na qualidade do ambiente metropolitano. Os seus valores naturais decorrem do coberto vegetal arbóreo que possuem e da sua dimensão relativa no sistema urbano.

Como estratégia de conexão entre pessoas e lugares e de promoção do património histórico-cultural, o autor considerou a integração de escolas, campos de jogos, campo de golfe, parques de diversão e aventura e de elementos histórico-culturais. A sua inclusão na IFV vai ao encontro de um dos objetivos do autor da dissertação como da CMC, uma vez que permite não só promover o usufruto do património natural e cultural como também estimular a educação ambiental através de ações de conservação da Natureza. O elemento “escola” foi eleito pelo facto de nele estarem incluídos outros elementos que promovem a infiltração ou que são potenciais para uma gestão integrada local da água, tais como espaços verdes de recreio e lazer, espaços de enquadramento e campos de jogos.

Sendo este trabalho um complemento ao PPCCRV, foi fundamental a inclusão das BR preconizadas no referido documento. O facto de as BR terem sido projetadas com respeito pela sustentabilidade do ecossistema e serem do tipo secas, compatibilizando a sua construção com o ambiente e paisagem envolvente, possibilita a multifuncionalidade de usos, nomeadamente a criação de espaços de recreio e lazer e de produção. Desta forma, foi feito o melhor aproveitamento destes espaços, na ótica do autor da dissertação, de forma a fomentar a polivalência no território.

De forma a viabilizar a interpretação do plano de IFV e evitar uma extensa variedade de categorias no que respeita aos elementos de conexão, foi efetuada uma agregação de alguns deles. Os elementos agregados passam a ter a seguinte classificação:

- **Corredor verde:** constituído, principalmente, pelas linhas de água “principais” e mata que protege o curso de água. Este corredor inclui os elementos: linha de água (e zona adjacente), percurso pedestre (Grande Rota – Ribeira das Vinhas), o qual pode também constituir um corredor verde de trilhos, percursos pedonais e cicláveis (propostos pelo autor). Apesar de ser predominantemente um corredor fluvial, a sua função ecológica aliada ao seu carácter histórico e recreativo, faz com que este corredor forme um sistema integrado. Este corredor pode ser

- **Ruas verdes multifuncionais:** ao nível da matriz urbana, incluem percursos pedonais e cicláveis, e o sistema viário arborizado e composto por valas vegetadas, pavimentos permeáveis, canteiros de atenuação pluvial, trincheiras de infiltração e jardins de chuva;
- **Corredor verde de trilhos:** incluem os percursos pedestres e equestres definidos no PDM Cascais, os quais providenciam serviços de recreio.

Legenda

Elementos existentes ou propostos no PDM

- Parque Urbano
- Jardim
- Espaço verde de recreio e lazer
- Parque de Aventura e Diversão
- Penha Longa Atlantic
- Quinta do Pisão
- Espaço verde de produção (existente)
- Quinta histórica
- Património
- Barragem rio Mula
- Campo de jogos
- Escola

Elementos propostos na dissertação

- Parque Urbano
- Espaço verde de recreio e lazer
- Espaço verde de produção
- Parque Agroflorestal
- Parques de estacionamento com pavimento permeável
- Edifício com cobertura verde

Elementos de conexão

- Corredor verde
- Corredor verde de trilhos
- Rua verde multifuncional

Elementos propostos no PPCCRV

- Bacia de retenção

Santa Catarina, Brasil - Prefeitura Municipal de São Marcos
 Santa Catarina, Brasil - Prefeitura Municipal de São Marcos
 Santa Catarina, Brasil - Prefeitura Municipal de São Marcos

150

7 Considerações Finais

O ritmo acelerado da urbanização, acompanhado por uma construção desordenada e, muitas vezes, sem respeito pelos leitos de cheia, conduz à impermeabilização do solo, processo que veio acontecendo, transversalmente ao longo do tempo, na AE. Este facto traduz-se em pressões sobre os ecossistemas e paisagem, tendo impactes negativos na quantidade e qualidade dos serviços por eles providenciados, mais especificamente na sua capacidade de manutenção do balanço hidrológico equilibrado. A ocorrência de conflitos entre o sistema natural e urbano conduz ao incremento do risco de cheia e inundação com consequências graves para o ser humano e biodiversidade. Em geral, este risco é incrementado pelas AC, e desta forma, aumenta a vulnerabilidade do sistema urbano a cheias e inundações. As superfícies impermeáveis comportam-se como verdadeiros leitos de escoamentos, sendo este efeito intensificado quando essa ocupação ocorre muito próximo das linhas de água, e nos respetivos leitos de cheia. Este facto foi evidente na AE, constatado, principalmente, pela análise do PPCCRV, no qual se averiguou a existência de edificado em leito de cheia e uma densa ocupação urbana na vila de Cascais; onde o efeito das cheias tem uma expressão territorial significativa comparativamente à zona a montante.

A densificação da construção nas ZAC implica, à *posteriori*, a aplicação de medidas estruturais intensivas, tais como a retificação dos canais, aprofundamento dos leitos e diques de proteção nas margens, sendo alguns destes factos evidenciados na AE. Estabelecendo um paralelo com as BR preconizadas no PPCCRV e com a informação nele explanada, conclui-se que apesar das BR contribuírem para reduzir as áreas inundáveis, estas não constituem a longo prazo, uma solução totalmente eficaz no combate a cheias e inundações. Acresça-se ainda que a exclusiva construção de BR pode comprometer a funcionalidade do ecossistema ribeirinho, contribuindo para a sua degradação ecológica. Neste sentido, a solução no combate a cheias e inundações deve envolver não apenas medidas estruturais intensivas e de adaptação incremental, mas também a combinação destas com as de cariz extensivo. Podem ser exemplo as intervenções ao nível do solo: através de práticas agrícolas adequadas e o reflorestamento da bacia; o restauro, a recuperação e a reabilitação das linhas de água; e a gestão dos leitos de cheia e zonas inundáveis. Desta forma, é possível alcançar uma maior resiliência e sustentabilidade territorial. Os valores naturais e culturais dos leitos de cheia e zonas inundáveis, são factores relevantes a ter em conta no ordenamento e gestão dessas áreas.

Estas preocupações têm enfatizado o interesse sobre questões relacionadas com a integração dos ecossistemas no planeamento e ordenamento do território, considerando a IFV como uma estratégia territorial eficaz na requalificação ambiental de territórios degradados e desestruturados, como as áreas urbanas. Este instrumento constitui igualmente uma excelente base para a definição de uma EEU. O desenvolvimento de uma IFV possibilita a redução dos problemas resultantes da crescente urbanização e, citando Benedict e McMahon (2006), deve ser projetada a partir do sistema hídrico e de drenagem, fazendo a conexão de espaços e áreas vegetados para manter e restabelecer as funções dos ecossistemas.

De uma forma geral, com a execução deste trabalho, sendo o objetivo principal, a definição de uma proposta de uma IFV para a BHRV, inserida no limite administrativo de Cascais, por forma a aumentar a resiliência territorial face ao risco de cheia e inundação, através dos serviços providos pelos ecossistemas, ficou bem assente que:

1. O PPCCRV, com as BR preconizadas, vem dar um grande contributo para a resolução desta problemática que tem assolado o território de Cascais, em particular da BHRV. No entanto, as soluções hidráulicas preconizadas devem ser combinadas com medidas estruturais extensivas;
2. A definição de IFV com base na EEM é um aspeto fundamental, pois permite identificar todas as áreas verdes e linhas de água existentes no território, por forma a preservar e salvaguardar os ecossistemas e respetivos serviços por eles fornecidos; desta forma, é possível manter um equilíbrio entre as estruturas ecológicas e as infraestruturas com espaços dedicados ao bem-estar da população;
3. Os projetos de IFV são muito mais que meras ações de valorização estética dos espaços urbanos, pois desempenham funções infraestruturais com impacte significativo no incremento da qualidade ambiental; a IFV para além de contribuir na regulação do regime hidrológico, e consequente mitigação de cheias e inundações, permite a prestação de serviços de ecossistemas fundamentais para a sustentabilidade territorial e qualidade de vida da população, constituindo um instrumento preponderante na requalificação e na valorização do território a nível ecológico, económico e social;
4. As tecnologias “verdes” de drenagem urbana sustentável, os SUDS, enquanto elementos de uma IFV, constituem uma abordagem prioritária para o desenvolvimento sustentável e indissociável de um processo de gestão integrada de águas pluviais em meio urbano como também de boas práticas de ordenamento do território.
5. No planeamento de uma IFV, num meio urbano mais consolidado, deve haver uma compatibilização/adaptação do *retrofit* (renovação) com a infraestrutura existente;
6. É preponderante a valorização da paisagem e a recuperação e proteção das linhas de água; para além de aumentar a capacidade de recuperação ecológica, aumenta também a atratividade da população para a zona ribeirinha;
7. A importância que uma proposta de IFV tem com a ligação do sistema “azul” e “verde” para uma região, promovendo uma visão holística relativamente ao espaço aberto, como um elemento essencial para o território a nível ecológico e socioeconómico.

A proposta apresentada foi ao encontro do objetivo definido, assim como dos objetivos estratégicos do PGRH RH5A e do PGRI, ao contribuir com abordagens de gestão dos recursos hídricos que permitem proteger e requalificar o estado do ecossistema ribeirinho e terrestre (ao intervir ao nível do regime de escoamento, da rugosidade hidráulica e da estabilidade e das condições de equilíbrio do canal natural). Adicionalmente, possibilitam o aumento das áreas permeáveis, promovem o uso sustentável dos recursos água e solo, contribuem para o melhoramento do ordenamento do território e gestão da exposição nas áreas inundáveis. Por fim, visam o aumento da resiliência e diminuição da vulnerabilidade dos elementos situados nas áreas de possível inundação.

No entanto, através de um planeamento estratégico e resiliente, de base ecológica (que visa a salvaguarda dos valores naturais, histórico-culturais e paisagísticos) foi feito o melhor aproveitamento das potencialidades do território. Concomitantemente, tem os objetivos de proliferar a qualidade do ambiente urbano e de vida da comunidade; contribuir para a construção de um território autossustentável (acesso à alimentação saudável e sustentável). Pretende também promover os modos de mobilidade suave, a integração e equidade social, e a unidade e coesão territorial.

De facto, desenvolvimento de uma IFV em áreas urbanas e rurais, como é o caso da AE, exerce um papel fulcral no fornecimento de serviços de ecossistemas.

Nas zonas urbanas, a IFV na forma de arborização do sistema viário, áreas verdes, parques urbanos, jardins e coberturas verdes, por exemplo, proporciona um conjunto de serviços ambientais e atua na otimização da drenagem urbana sustentável. De facto, a IFV proposta poderá contribuir para atenuar a problemática da sobrecarga do sistema de drenagem das águas pluviais, ao retardar a descarga da água no mesmo.

Relativamente às zonas predominantemente rurais, a IFV vem manter e/ou recuperar a atividade agrícola e as áreas mais sensíveis do ponto de vista ecológico, que aliadas a práticas de uso de solo sustentáveis, promove o bom funcionamento ecológico, através da prestação de um conjunto de serviços ambientais, nomeadamente: atuam na manutenção do ciclo hidrológico, do ciclo de nutrientes, na formação e regulação do solo e providenciam uma melhoria da qualidade do ar; ao mesmo tempo contribui para a construção de comunidades mais sustentáveis do ponto de vista socioeconómico. Uma vez que na AE deste trabalho as zonas mais rurais não constituírem, na sua maioria, áreas críticas a cheias e inundações, as propostas apresentadas permitem tirar o melhor proveito das características ecológicas dos ecossistemas ribeirinhos, ao restaurar a sua funcionalidade.

Apesar de neste trabalho terem sido referidas evidências acerca dos benefícios, na linha dos serviços de ecossistemas, que um território pode usufruir, é necessário ter em conta que não foi efetuada qualquer quantificação exata dos mesmos, em termos económicos ou a nível absoluto, com a proposta apresentada. Tratou-se, portanto, de uma intervenção meramente qualitativa. Neste sentido, recomenda-se, em possíveis estudos vindouros, a contabilização dos serviços providenciados pela proposta apresentada, por forma a perceber objetivamente a eficácia da sua implementação. A proposta pode ser sempre melhorada, através de estudos mais pormenorizados para cada área de secção de intervenção considerada, por exemplo, antes e aquando a sua implementação.

No âmbito deste trabalho, é importante discutir o contributo dos SIG's, particularmente do ArcGIS 10.1, na interpretação e cruzamento de um conjunto tão vasto de dados, permitindo um menor gasto de tempo e materiais. No entanto, aquando da realização deste trabalho houve algumas limitações resultantes da inexistência e acesso a dados, particularmente em formato *shapefile*, que limitaram, em parte, a avaliação mais rigorosa da AE. De forma a colmatar essas lacunas, procedeu-se ao georreferenciamento de cartografia em formato TIFF, que por sua vez resultou pelo mesmo tipo de processo aplicado em ficheiros JPG. A origem destes ficheiros JPG está em formato PDF disponibilizado no sítio da internet da CMC. Assim, importa salientar que os mapas obtidos apresentam

um determinado grau de incerteza. É um facto que a CMC dispõe de um SIG digital (GeoCascais), mas a sua utilização apresenta algumas condicionantes, nomeadamente, não é de fácil acesso, uma vez que não é compatível com o *browser* da Google, nem eficaz, pelo que o autor recorreu ao método acima citado para obtenção de alguns dados.

A execução e gestão das medidas propostas devem ser da competência de uma equipa multidisciplinar com conhecimento nas áreas hidrologia, hidráulica, geologia, ambiente, ecologia, paisagismo e engenharia civil para que seja feita uma abordagem integrada, de forma a cumprir os objetivos estabelecidos. Recomenda-se que a gestão das medidas adotadas tem, obrigatoriamente, que ser construída com base na informação que é transmitida através de indicadores de desempenho. Estes servirão para comparar a utilização e a vivência do espaço antes e depois das intervenções, auditando assim o sucesso da reabilitação. Neste sentido, e supondo a hipótese de implementação da proposta apresentada, recomenda-se a realização de um plano de gestão e monitorização, de forma a avaliar a eficácia das soluções preconizadas. Acresça-se ainda que o facto da BHRV ser partilhada por dois municípios, para o sucesso desta proposta é necessário que sejam adotadas medidas a montante, pelo que a CMC deveria estabelecer um compromisso com a autarquia de Sintra, por forma a adotarem ações conjuntas de beneficiação das linhas de água e de gestão sustentável do uso do solo.

Para finalizar, no planeamento de paisagens urbanas, mas também periurbanas, sensíveis à problemáticas das inundações, torna-se preponderante manter o equilíbrio territorial com recurso aos sistemas naturais, nomeadamente através dos diversos benefícios que deles advêm. Neste sentido, a água pode deixar de ser um problema e passar a ser entendida como um recurso territorial, que importa salvaguardar.

8 Referências

- Agência Cascais Natura (2009). *Cascais Estrutura Ecológica - Estudo Preliminar*. Disponível em: <http://www.cm-cascais.pt/sub-area/cascais-estrutura-ecologica>.
- Águas de Portugal (s.d.). *ETAR de Alcântara, Lisboa*. [Em linha] Disponível em: <http://www.adp.pt/pt/?id=61&img=39&bl=6>. [Acedido a 15 Janeiro de 2017].
- Ahern, J. (2007). *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*, in *Cities of the future. Towards integrated sustainable water and landscape management*. IWA Publishing, pp. 267–283.
- Ahern, J. (2012). *Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design*, *Landscape Ecology*, 27(6), pp. 1203–1212. doi: 10.1007/s10980-012-9799-z.
- Ahiablame, L. M., Engel, B. A. e Chaubey, I. (2012). *Effectiveness of low impact development practices: literature review and suggestions for future research*, *Water Air Soil Pollut*, 223(7), pp. 4253–4273. doi: 10.1007/s11270-012-1189-2.
- Alcoforado, M. J., Andrade, H. e Oliveira, S., Festas, M. J. e Rosa, F. (2009). *Alterações climáticas e desenvolvimento urbano. Política de Cidades - 4*. Editado por DGOTDU. Lisboa, Portugal. Disponível em: [file:///C:/Users/Filipe Peixoto/Downloads/2013-3-26-12-55-52-62 serie politica de cidades-4.pdf](file:///C:/Users/Filipe%20Peixoto/Downloads/2013-3-26-12-55-52-62%20serie%20politica%20de%20cidades-4.pdf).
- American Society of Landscape Architects. (s.d.). *Designing our future: sustainable landscapes. High line park*. [Em linha] Disponível em: <https://www.asla.org/sustainablelandscapes/highline.html>. [Acedido a 19 de outubro de 2016].
- APA (2016a). *Plano de gestão de região hidrográfica. Parte 1 - Enquadramento e aspetos gerais. Região hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)*. Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH/2016-2021/PTRH5A/PGRH5A_Parte1.pdf.
- APA (2016b). *Plano de gestão dos riscos de inundações. Região hidrográfica 5 - Tejo e Ribeiras do Oeste*. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=1250>.
- Armson, D., Stringer, P. e Ennos, A. R. (2013). *The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff*, *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(3), pp. 282–286. doi: 10.1016/j.ufug.2013.04.001.
- AVAAL (2012). *Inauguração da horta acessível, dia 24 de Maio, às 16h00, na Alta de Lisboa!*. [Em linha] Disponível em: <https://altashortas.wordpress.com/2012/05/14/416/>. [Acedido a 4 de julho de 2017].
- Baptista, C. S. B. (2013). *Benefícios da infraestrutura verde/azul para o controlo de cheias*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/12366>.
- Benedict, M. A. e McMahon, E. T. (2002). *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21 Century*, *Renewable Resources Journal*, 20, pp. 12–18. Disponível em: [http://www.carolinamountain.org/sites/default/files/files/Nature and Commerce/2 Final Version Renewable Resources Journal GI Article.pdf](http://www.carolinamountain.org/sites/default/files/files/Nature%20and%20Commerce/2%20Final%20Version%20Renewable%20Resources%20Journal%20GI%20Article.pdf).
- Benedict, M. A. e McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, Covelo, London: Island Press.

- Boada, M. e Maneja, R. (2016). *Cities are ecosystems. Urban green governance increases the quality of life and protects vital services*. United Nations Environment Programme. Disponível em: <http://web.unep.org/ourplanet/october-2016/articles/cities-are-ecosystems>
- Bolund, P. e Hunhammar, S. (1999). *Ecosystem services in urban areas*, Ecological Economics, 29(2), pp. 293–301. doi: 10.1016/S0921-8009(99)00013-0.
- Borges, C. A. R. da F. B., Marim, G. C. e Rodrigues, J. E. C. (2010). *Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: um estudo de caso do bairro da Pedreira – Belém/PA*, in VI Seminário Latino Americano de Geografia Física II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: Universidade de Coimbra, pp. 1–13. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cezar>.
- Borrego, C., Lopes, M., Martins, H. e Miranda, A. I. (2014). *Riscos Ambientais: alterações climáticas em áreas urbanas*, Ingenium II Série | Número 142, pp. 29–30. Disponível em: <http://www.ordemengenheiros.pt/pt/centro-de-informacao/publicacoes/revista-ingenium/revista-ingenium-n-o-142-julho-agosto/>.
- Brack, C. L. (2002). *Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest*, Environmental Pollution, 116, pp. 195–200.
- Braun-Blanquet, J., Pinto da Silva, A. R., e Rozeira, A. (1956). *Résultats de deux excursions géobotaniques à travers le Portugal septentrional et moyen. II. Chenaies à feuilles caduques (Quercion occidentale) et chenaies à feuilles persistentes (Quercion fagineae) au Portugal*. Agronomia Lusitana, 18: 167-234.
- Brun, S. E. e Band, L. E. (2000). *Simulating runoff behavior in an urbanizing watershed*, Computers, Environment and Urban Systems, 24(1), pp. 5–22. doi: 10.1016/S0198-9715(99)00040-X.
- Cabral, F. (1993). *Fundamentos da Arquitectura Paisagista*. Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza.
- Cantón, Y., Domingo, F., Solé-Benet, A. E. e Puigdefábregas, J. (2001). *Hydrological and erosion response of a badlands system in semiarid SE Spain*, Journal of Hydrology, 252, pp. 65–84. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00450-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00450-4).
- Cavaco, C., Vilares, E., Rosa, F., Tavares, M., Magalhães, M. e Esteves, N. (2015). *Cidades sustentáveis 2020*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa, Portugal. Disponível em: [http://www.dgterritorio.pt/static/repository/2015-04/2015-04-07185648_f7664ca7-3a1a-4b25-9f46-2056eef44c33\\$\\$35C2E555-C85C-4720-84D1-E2D2F910E83C\\$\\$180F6119-BB80-4903-9A77-D1AD1AFA9B51\\$\\$storage_image\\$\\$pt\\$\\$1.pdf](http://www.dgterritorio.pt/static/repository/2015-04/2015-04-07185648_f7664ca7-3a1a-4b25-9f46-2056eef44c33$$35C2E555-C85C-4720-84D1-E2D2F910E83C$$180F6119-BB80-4903-9A77-D1AD1AFA9B51$$storage_image$$pt$$1.pdf).
- CEMAT (2011). *Glossário do Desenvolvimento Territorial*. Editado por DGOTDU. Lisboa, Portugal. Disponível em: http://www.dgterritorio.pt/produtos_e_servicos/publicacoes/outros_titulos/glossario_do_desenvolvimento_territorial_5/.
- Cerón-palma, I., Sanyé-Mengual, E., Oliver-Solà, J., Montero, J.-I., Ponce-Caballero, C. e Rieradevall, J. (2013). *Towards a green sustainable strategy for social neighbourhoods in Latin America: Case from social housing in Merida, Yucatan, Mexico*, Habitat International, 38, pp. 47–56. doi: 10.1016/j.habitatint.2012.09.008.
- Cidades sustentáveis. (2013). *High Line: um Parque Público dentro de Nova York*. [Em linha] Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/high-line-um-parque-publico-dentro-de-nova-york>. [Acedido a 19 de setembro de 2016].
- CMC (2010). *Plano de Pormenor do Espaço de Estabelecimento Terciário do Arneiro Carcavelos [Revisão]. Compatibilidade do PEETA com a Rede Ecológica Municipal (REM)*. Disponível em:

<http://www.cm-cascais.pt/plano-de-pormenor-do-espaco-de-estabelecimento-terciario-do-arneiro-0>.

- CMC (2015a). *Dossiê de Suscetibilidade*. Disponível em: http://www.cm-cascais.pt/sites/default/files/anexos/gerais/new/01_dossiesuscetibilidade.pdf.
- CMC (2015b). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta da estrutura verde urbana*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015c). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta das paisagens singulares*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015d). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta das unidades de paisagem*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015e). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta de equipamentos administrativos, de prevenção e segurança pública*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015f). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta de equipamentos culturais e recreativos*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015g). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta de equipamentos escolares*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015h). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta de síntese dos territórios desportivos*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015i). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta do desporto de natureza*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015j). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta do património arqueológico*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015k). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta do património arquitetónico*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.
- CMC (2015l). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta dos desportos especializados - ar livre*. Disponível em:

<http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.

CMC (2015m). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta dos equipamentos de saúde*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.

CMC (2015n). *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Elementos que acompanham o plano. Estudos de caracterização: carta dos equipamentos sociais*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/anexo/pdm-elementos-que-acompanham-o-plano-estudos-de-caracterizacao-va>.

CMC (2015o) *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Relatório dos estudos de caracterização*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/plano-diretor-municipal-revisao>.

CMC (2015p) *Plano Diretor Municipal [Revisão]. Reserva Ecológica Nacional. Volume I - Delimitação*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/plano-diretor-municipal-revisao>.

CMC (2015q) *Plano Diretor Municipal de Cascais [Revisão]. Regulamento*. Disponível em: <http://www.cascais.pt/plano-diretor-municipal-revisao>.

CMC (2017a). Património Histórico e Cultural. [Em linha] Disponível em: <http://www.cascais.pt/area/patrimonio-historico-e-cultural> [Acedido a 5 de maio de 2017].

CMC (2017b). *Um miradouro com vista para o mar e dois parques infantis*. [Em linha] Disponível em: <http://www.cm-cascais.pt/noticia/um-miradouro-com-vista-para-o-mar-e-dois-parques-infantis>. [Acedido a 27 de julho de 2017].

CMC (s.d.). *Plano estratégico de Cascais face às alterações climáticas*. Disponível em: <http://www.cm-cascais.pt/projeto/plano-estrategico-de-cascais-face-alteracoes-climaticas>.

CMG (2016). *Bacias de retenção em Guimarães são exemplo nacional na prevenção de cheias em meio urbano*. [Em linha] Disponível em: http://www.cm-guimaraes.pt/frontoffice/pages/1096?news_id=2471 [Acedido a 1 de dezembro de 2016].

Coelho, C. A., Valente, S. M., Pinho, L. D., Carvalho, T. M., Ferreira, A. D. e Figueiredo, E. M. (2004). *A percepção social das alterações climáticas e do risco de cheia*, in 7º Congresso da Água. Lisboa, Portugal: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Disponível: <http://www.aprh.pt/congressoagua2004/PDF/64.PDF>.

Cohen, N. e Wijsman, K. (2014). *Urban agriculture as green infrastructure: The case of New York City*, Urban Agriculture Magazine, pp. 16–19. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/pnmresources/plID-235/topic-104415/25812210-RUAf-UAM+27_Urban+Agriculture+as+Green.pdf.

Constanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R. G. Sutton, P e Belt, M. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387(6630), 253-260.

Costa, J. P. (2013). *Urbanismo e adaptação às alterações climáticas - as frentes de água*. Livros Horizonte.

Costa, P. (1993). *Cidades e urbanização em Portugal: uma sociologia, geografia ou economia urbanas?*, SOCIUS Working Papers. Disponível em: <http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/1600>.

- Costa J. C., Aguiar, C., Capelo, J. H., Lousã, M. e Neto, C. (1998). *Biogeografia de Portugal Continental*. Quercetea, 0: 5-56.
- CSI Geoturf (s.d.). *Green Terramesh*. [Em linha] Disponível em: <http://www.geoturf.com/products/green-terramesh-gabions/>. [Acedido a 1 de junho de 2017].
- Denman, E. C., May, P. B. e Moore, G. M. (2011). *The use of trees in urban stormwater management E.C.*, in The 12th National Street Tree Symposium 2011. The University of Adelaide. Disponível em: https://www.treenet.org/wp-content/uploads/2017/08/2011-Treenet-Symposium-2011_FINAL.pdf.
- Dietz, M. E. (2007). *Low impact development practices: a review of current research and recommendations for future directions*, Water Air Soil Pollut, 186, pp. 351–363. doi: 10.1007/s11270-007-9484-z.
- Dreelin, E. A., Fowler, L. e Carroll, C. R. (2006). *A test of porous pavement effectiveness on clay soils during natural storm events*, Water Research, 40, pp. 799–805. doi: 10.1016/j.watres.2005.12.002
- EC. (2010). *Green infrastructure*. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/greeninfrastructure.pdf>.
- EC. (2011). *The EU Biodiversity Strategy to 2020*. doi: 10.2779/39229.
- EC. (2013a). *Adaptation Strategies for European Cities: Final Report*. Disponível em: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/repository/11156095.pdf/view>.
- EC. (2013b). *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Infraestrutura Verde - Valorizar o Capital Natural da Europa*. Bruxelas. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0172>.
- EC. (2014a). *Natural Water Retention Measures: Green roofs in Geneva, Switzerland*. Disponível em: <http://nwrn.eu/case-study/green-roofs-geneva-switzerland> [Acedido a 1 de dezembro de 2016].
- EC. (2014b). *Natural Water Retention Measures: Water retention spaces, reforestation and grazing management in southern Portugal*. Disponível em: <http://nwrn.eu/case-study/water-retention-spaces-reforestation-and-grazing-management-southern-portugal> [Acedido a 3 de dezembro de 2016].
- EC. (2015a). *Natural Water Retention Measures: Case Study Pickering North Yorkshire*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/case_studies_ressources/cs-uk-03-final_version_0.pdf.
- EC. (2015b). *Natural Water Retention Measures: Case Study The Odelouca River*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/case_studies_ressources/cs-pt-01-final_version.pdf.
- EC. (2015c). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Detention basins*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u10_-_detention_basins.pdf.
- EC. (2015d). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Green roofs*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u1_-_green_roofs.pdf.
- EC. (2015e). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Permeable paving*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u3_-_permeable_paving_0.pdf.
- EC. (2015f). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Rain gardens*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u9_-_rain_gardens.pdf.

- EC. (2015g). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Rainwater harvesting*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u2_-_rainwater_harvesting.pdf.
- EC. (2015h). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Retention ponds*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u11_-_retention_ponds.pdf.
- EC. (2015i). *Natural Water Retention Measures. Individual NWRM: Swales*. Disponível em: http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/u4_-_swales.pdf.
- EC. (2015j). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities*. Disponível em: <https://publications.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>.
- EEA. (2011). *Landscape fragmentation in Europe*. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe>.
- EEA. (2015). *Infraestrutura verde: viver melhor graças a soluções baseadas na natureza*. [Em linha] Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/articles/infraestrutura-verde-viver-melhor-gracas> [Acedido a 20 de julho de 2017].
- EEA. (2016a). *Urban adaptation to climate change in Europe 2016: Transforming cities in a changing climate*. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-2016>.
- EEA. (2016b). *Urban sprawl in Europe*. doi: 10.1002/9780470692066. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-sprawl-in-europe>.
- Eisenman, T. S. (2013). *Frederick Law Olmsted, Green infrastructure, and the evolving city*, Journal of Planning History, 12, pp. 287–311. doi: 10.1177/1538513212474227.
- EPA. (2016). *What is green infrastructure?* [Em linha] Disponível: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure> [Acedido a 1 de dezembro de 2016].
- Espírito Santo, M. D., Moreira, I. e González, P. R. (2005). *Vegetation and landscape of Serra de Montejunto*. Quercetea, 7: 81-92.
- Fabos, J. G. (1995). *Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways*, Landscape and Urban Planning, 33, pp. 1–13. doi: 10.1016/0169-2046(95)02035-R.
- Fang, C. e Ling, D. (2003). *Investigation of the noise reduction provided by tree belts*, Landscape and Urban Planning, 63(4), pp. 187–195. doi: 10.1016/S0169-2046(02)00190-1.
- Fang, C. e Ling, D. (2005). *Guidance for noise reduction provided by tree belts*, Landscape and Urban Planning, 71(1), pp. 29–34. doi: 10.1016/j.landurbplan.2004.01.005.
- Ferreira, J.C. e Machado, J.R. (2010). *Infraestruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes*. Revista LABVERDE, 1 (1), 69-90. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p69-90>.
- Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijikata, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, e G.W. Yohe (2014). *Technical summary*. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report

- of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- Firehock, K. (2010). *A short history of the term green infrastructure and selected literature*. Disponível em: http://www.gicinc.org/PDFs/GI_History.pdf.
- Forest Research (2010). *Benefits of green infrastructure*. Report by Forest Research. Farnham. Disponível em: [https://www.forestry.gov.uk/pdf/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf/\\$file/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf/$file/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf).
- Foster, J., Lowe, A. e Winkelman, S. (2011). *The value of green infrastructure for urban climate adaptation*. Washington. Disponível em: <http://ccap.org/resource/the-value-of-green-infrastructure-for-urban-climate-adaptation/>.
- Friends of the high line. (s.d.). *About the high line*. [Em linha] Disponível em: <http://www.thehighline.org/about>. [Acedido a 19 de outubro de 2016].
- Fu, B, Liu, Y., Lu, Y., He, C., Zeng, Y. e Wu, B. (2011). *Assessing the soil erosion control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China*, Ecological Complexity, 8(4), pp. 284–293. doi: 10.1016/j.ecocom.2011.07.003.
- Gameiro, A. S. (2010). *Proposta de restauração ecológica fluvial de um troço da ribeira das Vinhas, Cascais*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/10262>.
- Gaspar, A. C. S. D. (2012). *Infraestruturas verdes promotoras de um planeamento urbano sustentável e biofílico. O exemplo do Subdistrito Butantã na cidade de São Paulo (Brasil)*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/8478>.
- Gaspar, T. (2013). *Modelos de apoio à decisão para gestão de riscos de cheias em bacias hidrográficas urbanizadas*. Dissertação para a obtenção do Grau em Mestre em Engenharia do Ambiente. Instituto Superior Técnico.
- Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R. e Pauleit, S. (2007). *Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure*, Built Environment, 33, pp. 115–133.
- Goitia, F. C. (2014). *Breve história do urbanismo*. 9ª Edição. Lisboa, Portugal: Editorial Presença.
- Gonçalves, N. F. H. (2010). *Espaços verdes no planeamento urbano sustentável*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/3982>.
- Green, T. L., Kronenberg, J., Andersson, E., Elmqvist, T. e Gómez-Baggethun, E. (2016). *Insurance value of green infrastructure in and around cities*, pp. 1051–1063. doi: 10.1007/s10021-016-9986-x.
- Green roofs for healthy cities. (s.d.). *About Green Roofs*. [Em linha] Disponível em: <https://greenroofs.org/about-green-roofs/>. [Acedido a 20 de dezembro de 2016].
- Green Savers. (2012). *Horta acessível: projecto da Alta de Lisboa ajuda pessoas com deficiência a trabalhar hortas urbanas (com fotos e vídeo)*. [Em linha] Disponível em:

- <https://greensavers.sapo.pt/2012/06/horta-acessivel-projecto-da-alta-de-lisboa-ajuda-pessoas-com-deficiencia-a-trabalhar-hortas-urbanas-com-fotos-e-video/> [Acedido a 4 de julho de 2017].
- Hellmund, P. C. e Smith, D. S. (2006). *Designing greenways: sustainable landscapes for nature and people*. Island Press.
- Hoffmann, B., Laustsen, A., Jensen, I. H., Jeppesen, J., Briggs, L., Bonnerup, A. (...) Milert, T. (2015). *Sustainable urban drainage systems: using rainwater as a resource to create resilient and liveable cities*. Disponível em: <http://stateofgreen.com/en/infocus/publications/sustainable-urban-drainage-systems>.
- IPCC (2014a). *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
- IPCC (2014b). *Summary for policymakers*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- IP Património. (2015). *Ecopistas*. [Em linha] Disponível em: <http://ippatrimonio.pt/ecopistas> [Acedido a 10 de julho de 2017].
- Jacobson, C. R. (2011). *Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review*, *Journal of Environmental Management*, 92(6), pp. 1438–1448. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.01.018.
- Japão em foco. (2011). *Fukuoka Acros – Um jardim suspenso em meio ao concreto*. [Em linha] Disponível em: <http://www.japaoemfoco.com/fukuoka-acros-um-jardim-suspenso-em-meio-ao-concreto/>. [Acedido a 12 de janeiro de 2017].
- Jellicoe, G. e Jellicoe, S. (1989). *The landscape of man*. Londres: Thames and Hudson.
- Jim, C. Y. e Chen, W. Y. (2006). *Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou (China)*, *Landscape and Urban Planning*, 78, pp. 422–434. doi: 10.1016/j.landurbplan.2005.12.003.
- Jim, C. Y. e Chen, W. Y. (2009). *Ecosystem services and valuation of urban forests in China*, *Cities*, 26(4), pp. 187–194. doi: 10.1016/j.cities.2009.03.003.
- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, e J.-F. Soussana (2014). *Europe*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- Kühn, M. (2003). *Greenbelt and Green Heart: separating and integrating landscapes in European city regions*, *Landscape and Urban Planning*, 64(1–2), pp. 19–27. doi: 10.1016/S0169-2046(02)00198-6.

- Leal, M., e Ramos, C. (2013). *Susceptibilidade às cheias na Área Metropolitana de Lisboa norte das mudanças de uso do solo. Factores de predisposição e impactes*. Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia, (95), 17-40.
- Lencastre, A. e Franco, F. M. (2010). *Lições de Hidrologia*. 3ª Edição. Caparica: Fundação da Faculdade de Ciência e Tecnologias [da] Universidade Nova de Lisboa.
- Leopold, L. (1968). *Hydrology for urban land planning - A guidebook on the hydrologic effects of urban land use*, Geological Survey Circular, 554, pp. 1–21. Disponível em: <http://enviro.lclark.edu/resources/Tryon/Water/Hydrology.pdf>.
- Little (1990). *Greenways for America*. Johns Hopkins University Press.
- Liu, J., Sample, D. J., Bell, C. e Guan, Y. (2014a). *Review and research needs of bioretention used for the treatment of urban stormwater*, Water, 6(4), pp. 1069–1099. doi: 10.3390/w6041069.
- Liu, W., Chen, W. e Peng, C. (2014b). *Assessing the effectiveness of green infrastructures on urban flooding reduction: A community scale study*, Ecological Modelling, 291, pp. 6–14. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2014.07.012.
- Lourenço, R. (2014). *Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis*. Mestrado em Engenharia Civil, Especialização em Construção Urbana. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Disponível em: http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Teses/Tese_Mest_Rossana-Lourenco.pdf.
- Madureira, H. (2016). *Promover os serviços ecossistémicos urbanos com infraestruturas verdes*, in Imprensa da Universidade de Coimbra (ed.). *Geografia, paisagem e riscos: livro de homenagem ao Prof. Doutor António Pedrosa*. doi: http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1233-1_7.
- Maes, J., Paracchini, M. L. e Zulian, G. (2011). *A European assessment of the provision of ecosystem services*. JRC Scientific and Technical Reports. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: 10.2788/63557. Disponível em: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC63505>
- Malmö Stad (s.d.). *The Green City*. [Em linha] Disponível em: <http://www.malmö.se/Nice-to-know-about-Malmö/Sustainable-Malmö-/Sustainable-Urban-Development/Augustenberg-Eco-City/The-Green-City.html> [Acedido a: 5 de janeiro de 2017].
- Magalhães, M. R. (1992). *Espaços verdes urbanos*. Lisboa, Portugal: Direcção Geral do Ordenamento do Território.
- Magalhães, M. R., Abreu, M. M., Lousã, M. e Cortez, N. (2007). *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e delimitação – escalas regional e municipal*. 1ª Edição. Lisboa, Portugal: ISAPress (Editora do Instituto Superior de Agronomia)
- Mariarinaldi, B. (2007). *Landscapes of metropolitan hedonism. The Cheonggyecheon Linear Park in Seoul*, Journal of Landscape Architecture, 2(2), pp. 60–73. doi: 10.1080/18626033.2007.9723389.
- Marques, L. F. E. S. C. (2001). *Sistemas de Informação Geográfica e Identificação de Corredores Verdes. Aplicação na área periurbana de Montijo - Pinhal Novo*. Trabalho final de licenciatura. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J. e Rowntree, R. A. (1994). *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Report NE-186. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 201 pp
- MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

- Mell, I. C. (2009). *Can green infrastructure promote urban sustainability?*, Engineering Sustainability, 162(ESI), pp. 23–34. doi: 10.1680/ensu.2009.162.1.23.
- Mentens, J., Raes, D. e Hermy, M. (2006). *Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?*, Landscape and Urban Planning, 77, pp. 217–226. doi: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.010.
- Mesquita, S., Arsénio, P., Lousã, M., Henriques, T. M., e Costa, J. C. (2005). *Sintra vegetation and landscape*. Quercetea, 7: 65-81.
- Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas (s.d.). *Plano Regional de Ordenamento Florestal — Área Metropolitana de Lisboa*. Silviconsultores.
- Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T., Pieterse, M. e Rayment, M. (2011). *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects*. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting.
- Nieber, J.L., Erickson, A.J., Baker, L.A., Gulliver, J. S. e Hozalski, R.M. (2007). *Infiltration practices*, in Assessment of Stormwater Best Management Practices, ed. J.S. Gulliver and J.L. Anderson. St Paul, MN: University of Minnesota. Disponível em: <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/1837-1.pdf>.
- Nilon, C. H., Long, C. N. e Zippererb, W. C. (1995). *Effects of wildland development on forest bird communities*, Landscape and Urban Planning, 32(94), pp. 81–92.
- O'Reilly, É. de M., Magalhães, V. M. e Rossi, A. M. G. (2013). *O impacto da infraestrutura verde na qualidade de vida e no meio ambiente*, in IV Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana / I Encontro Nacional de Tecnologia Urbana. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.laburb.poli.ufrj.br/publicacoes/INFRA-84.pdf>.
- Pena, S. B. A. N. (2008). *Modelo de permeabilidade e máxima Infiltração no contexto da Estrutura Ecológica. A sua importância no planeamento municipal e no desenho urbano*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Pena, S.B. e Abreu, M.M. (2013a). *Áreas de Máxima Infiltração de Portugal Continental*. LEAF/ISA/ULisboa. Disponível em: <http://epic-webgis-portugal.isa.utl.pt/>
- Pena, S.B. e Abreu, M.M. (2013b). *Permeabilidade Actual de Portugal Continental*. LEAF/ISA/ULisboa. Disponível em: <http://epic-webgis-portugal.isa.utl.pt/>
- Pena, S. e Abreu, M. M. (2013c). *Permeabilidade e Áreas de Máxima Infiltração*, in Estrutura Ecológica Nacional. Uma proposta de delimitação e regulamentação. Lisboa, pp. 121–136.
- Pereira, D. J., Cândido, J. R., e Cruz (2016). *Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas. Relatório Técnico – 2ª versão*. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Pereira, H. M., Domingos, T., Vicente, L e Proença, V. (2009). *Ecossistemas e Bem-Estar Humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Editado por Escolar Editora. Lisboa. Disponível em: http://www.isa.ulisboa.pt/inbio/theoeco/publications/Pereira_2009_Ecossistemas.pdf.
- Petrișor, A.-I., Andronache, I. C., Petrișor, L. E., Ciobotaru, A-M. e Peptenatu, D. (2016). *Assessing the fragmentation of the green infrastructure in Romanian cities using fractal models and numerical taxonomy*, Procedia Environmental Sciences, 32, pp. 110–123. doi: 10.1016/j.proenv.2016.03.016.

- Pinto, C. I. R. C. (2014). *Introdução às coberturas ajardinadas*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: https://sigarra.up.pt/feup/en/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=872200.
- Qin, H., Li, Z. e Fu, G. (2013). *The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics*, Journal of Environmental Management, 129, pp. 577–585. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.08.026.
- Quintas, A. V (2014). *Génese e evolução dos modelos de Estrutura Verde Urbana na estratégia de desenvolvimento das cidades*, A Obra Nasce: revista de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Fernando Pessoa, December, pp. 153–167. Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4540/1/ART.153-167.pdf>.
- Rails-to-Trails Conservancy (2001). *History of Rail-Trails*. [Em linha] Disponível em: <https://www.railstotrails.org/about/history/history-of-rail-trails/> [Acedido a 30 novembro de 2016].
- Ramos, C. (2013) *Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações*, e-LP Engineering and Technology Journal, [S.l.], v. 4, june 2013. Disponível em: <http://revistas.ulusofona.pt/index.php/revistae-lp/article/view/3320>.
- Ramos, C. e Reis, E. (2001). *As cheias no sul de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas*, Finisterra, pp. 61–82. Disponível em: <http://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/viewFile/1648/1342>.
- Raposo, F. M. F. (2013). *Manual de boas práticas de coberturas verdes. Análise de casos de estudo*. Dissertação para o grau de Mestre em Construção e Reabilitação. Instituto Superior Técnico. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/mcr/dissertacao/2353642465118>.
- Read, J., Wevill, T, Fletcher, T. e Deletic, A. (2008). *Variation among plant species in pollutant removal from stormwater in biofiltration systems*, Water Research, 42, pp. 893–902. doi: 10.1016/j.watres.2007.08.036.
- Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, e W. Solecki (2014). *Urban areas*. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- Rocha, J. S. (1998). *O risco das inundações e a sua gestão. Uma visão nacional e uma visão europeia*, in 4º Congresso da Água – A água como recurso estruturante do desenvolvimento. Lisboa, Portugal: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/004.pdf>.
- Rubel, F., e M. Kottek (2010): *Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification*. Meteorol. Z., 19, 135-141. doi: 10.1127/0941-2948/2010/0430.
- Ruby, E. (2005). *How Urbanization Affects the Water Cycle*, CA WALUP Partnership website, pp. 1–4. Disponível em: https://www.google.co.uk/?gws_rd=cr&ei=qlUdU4iVDokqhAfK14CgCQ#q=pouplation+and+incraseasing+urbanization+effects+on+water+ycle.
- Sanders, R. A. (1986). *Urban vegetation impacts on the hydrology of Dayton, Ohio*, Urban Ecology, 9(3–4), pp. 361–376. doi: 10.1016/0304-4009(86)90009-4.

- Saraiva, M. G. A. N. (1999). *O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território*. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Saraiva, M. G. A. N. (2008). *Riscos de inundação e ordenamento no espaço urbano*, in *Cidades e Alterações Climáticas. Que Futuro?* Lisboa, Portugal, p. 28. Disponível em: http://www.ceg.ul.pt/urbklm/resumos_pt.pdf.
- Saraiva, M. G. e Carvalho, L. (2009). *Risco de inundação. Metodologia para formulação do indicador Riprocity nº4*, in *Rios e Cidades. Oportunidades para a sustentabilidade urbana*. Lisboa, Portugal, pp. 1–19. Disponível em: http://www.civil.ist.utl.pt/Web-RiProCiTy/files/Artigo_4_risco_inundacao.pdf.
- Shaw, M.R., J.T. Overpeck, e G.F. Midgley (2014). *Cross-chapter box on ecosystem based approaches to adaptation – emerging opportunities*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B. V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, pp. 101–103. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- Shuster, W. D., Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E. e Smith, D. R. (2005). *Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review*, *Urban Water Journal*, 2(4), pp. 263–275. doi: 10.1080/15730620500386529.
- Steiner, F. (2011). *Landscape ecological urbanism: origins and trajectories*, *Landscape and Urban Planning*, 100(4), pp. 333–337. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.01.020.
- Stovin, V. R., Jorgensen, A. e Clayden, A. (2008). *Street trees and stormwater management*, *Arboricultural Journal*, 30, pp. 297–310. doi: 10.1080/03071375.2008.9747509.
- SuDS Wales. (2017a). *SuDS Techniques - Permeable Conveyance Systems. Swales*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/types/permeable-conveyance-systems/swales/> [Acedido a 11 de janeiro de 2017].
- SuDS Wales. (2017b). *SuDS Techniques - Source Control. Green roofs*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/types/source-control/green-roofs/> [Acedido a 10 de janeiro de 2017].
- SuDS Wales. (2017c). *SuDS Techniques - Source Control. Infiltration trenches*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/types/source-control/infiltration-trenches/> [Acedido a 11 de janeiro de 2017].
- SuDS Wales. (2017d). *SuDS Techniques - Source Control. Permeable Pavements*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/types/source-control/permeable-pavements/> [Acedido a 14 de fevereiro de 2017].
- SuDS Wales. (2017e). *SuDS Techniques - Source Control. Wetlands*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/types/passive-treatment/wetlands/> [Acedido a 13 de janeiro de 2017].
- SuDS Wales. (2017f) *The SuDS Treatment Train*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sudswales.com/education/background/the-suds-treatment-train/> [Acedido a 3 de janeiro de 2017].
- Sung, C. Y. (2013). *Urban forestry & urban greening mitigating surface urban heat island by a tree protection policy: A case study of The Woodland, Texas, USA*, *Urban Forestry & Urban Greening Journal*, 12(4), pp. 2012–2014. doi: 10.1016/j.ufug.2013.05.009.

- Susdrain. (s.d. a). *Benefits of SuDS*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/benefits-of-suds/SuDS-benefits.html>. [Acedido a 20 de dezembro de 2016].
- Susdrain. (s.d. b). *Component: detention basins*. [Em linha] Disponível em: http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/retention_and_detention/Detention_basins.html. [Acedido a 20 de dezembro de 2016].
- Susdrain. (s.d. c). *Component: green roofs*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/source-control/green-roofs.html> [Acedido a: 5 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. d). *Component: infiltration trenches*. [Em linha] Disponível em: http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/infiltration/infiltration_trench.html [Acedido a 11 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. e). *Component: pervious surfaces*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/source-control/pervious-surfaces/pervious-surfaces-overview.html> [Acedido a 5 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. f). *Component: rain gardens*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/infiltration/rain-gardens.html> [Acedido a 8 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. g). *Component: swales*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/swales-and-conveyance-channels/swales.html> [Acedido a 9 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. h). *Component: wetlands*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/wetlands/wetlands> [Acedido a 15 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. i). *Components*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/suds-components.html> [Acedido a 20 de dezembro de 2016].
- Susdrain. (s.d. j). *Derbyshire Street Pocket Park, London Borough of Tower Hamlets*. [Em linha] Disponível em: http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/derbyshire_street_pocket_park_london_borough_tower_hamlets_1.html. [Acedido a 6 de janeiro de 2017].
- Susdrain. (s.d. k). *Queen Caroline Estate, London*. [Em linha] Disponível em: http://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/queen_caroline_estate_london.html. [Acedido a 6 de janeiro de 2017].
- Susdrain (s.d. l). *Sustainable drainage*. [Em linha] Disponível em: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html>. [Acedido a 20 de dezembro de 2016].
- Sustainable sanitation and water management. (2017). *Water, Sanitation and Urbanisation*. [Em linha] Disponível em: <https://www.sswm.info/category/background/background/background/development-issues/water-sanitation-and-urbanisation> [Acedido a 14 de março de 2017].
- Taylor, A. F., Kuo, F. E. e Sullivan, W. C. (2001). *The surprising connection to green play settings*, Environment and Behavior, 33(1), pp. 54–77. doi: 10.1177/00139160121972864.
- TEEB (2010). *The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.
- Telles, G. R. (1998). *Plano verde de Lisboa*. Edições Colibri.

- This old house. (s.d.). How to Build a Rain Garden to Filter Run-Off. [Em linha] Disponível em: <https://www.thisoldhouse.com/how-to/how-to-build-rain-garden-to-filter-run>. [Acedido a 8 de janeiro de 2017].
- Thompson, C. W., Roe, J., Aspinall, P., Mitchell, R., Clow, A. e Miller, D. (2012). *More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence from salivary cortisol patterns*, Landscape and Urban Planning, 105(3), pp. 221–229. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.12.015.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J. e James, P. (2007). *Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review*, Landscape and Urban Planning, 81, pp. 167–178. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.001.
- UN. (2014). *World urbanization prospects - population division*. [Em linha] Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/Country-Profiles/>. [Acedido a 3 de janeiro de 2017].
- UN (2015) *World urbanization prospects: The 2014 revision*, Demographic Research. doi: (ST/ESA/SER.A/366).
- Wamsler, C., Brink, E. e Rivera, C. (2013). *Planning for climate change in urban areas : from theory to practice*, Journal of Cleaner Production, 50, pp. 68–81. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.008.
- White, J. G., Antos, M. J., Fitzsimons, J. A. E e Palmer, G. C. (2005). *Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation*, Landscape and Urban Planning, 71, pp. 123–135. doi: 10.1016/j.landurbplan.2004.02.006.
- Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R. e Shaffer, P. (2007). *The SUDS manual*. doi: London C697.
- ZinCo (s.d.). *Guia de Planificação. Sistemas ZinCo para Coberturas Verdes*. Disponível em: http://www.zinco.pt/downloads/guias/Sistemas_coberturas_ecologicas.pdf.

Legislação Consultada

- Aviso n.º 7212-B/2015, de 29 de junho. Diário da República, 2ª Série – N.º 124, de 29 de junho de 2015. Município de Cascais. Lisboa.
- Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de maio. Diário da República, 1ª Série – N.º 104, de 29 de maio de 2009. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.
- Decreto Regulamentar n.º 15/2006, de 19 de outubro. Diário da República, 1ª Série – N.º 202, de 19 de outubro de 2006. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro. Diário da República, 1ª Série – N.º 206, de 22 de outubro de 2010. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho. Diário da República, 1ª Série – N.º 130, de 22 de junho de 2012. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto. Diário da República, 1ª Série – Nº 162, de 22 de agosto de 2008. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 199/2015, de 15 de setembro. Diário da República, 1ª Série – Nº 181, de 15 de setembro de 2015. Ministério da Agricultura e do Mar. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro. Diário da República, 1ª Série – Nº 212, de 2 de novembro de 2012. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de outubro. Diário da República, 1ª Série – Nº 202, de 19 de outubro de 2007. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de novembro. Diário da República, 1ª Série – Nº 270, de 21 de novembro de 1998. Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 45/94, de 22 de fevereiro. Diário da República, 1ª Série – Nº 44, de 22 de fevereiro de 1994. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 451/82, de 16 de novembro. Diário da República, 1ª Série – Nº 265, de 16 de novembro de 1982. Ministérios da Qualidade de Vida e da Agricultura, Comércio e Pescas. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro. Diário da República, 1ª Série A – Nº 39, de 24 de fevereiro de 2005. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março. Diário da República, 1ª Série – Nº 63, de 31 de março de 2009. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio. Diário da República, 1ª Série – Nº 93, de 14 de maio de 2015. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.

Lei n.º 48/98, de 11 de agosto. Diário da República, 1ª Série A – Nº 184, de 11 de agosto de 1998. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. Diário da República, 1ª Série – Nº 249, de 29 de dezembro de 2005. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 19/2014, de 14 de abril. Diário da República, 1ª Série – Nº 73, de 14 de abril de 2014. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 11/98, de 7 de abril. Diário da República, 1ª Série – Nº 81, de 7 de abril de 1987. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto. Diário da República, 1ª Série – Nº 161, de 23 de agosto de 2016. Assembleia da República. Lisboa.

Portaria n.º 349/88, de 1 de junho. Diário da República, 1ª Série – Nº 127, de 1 de junho de 1988.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho. Diário da República, 1ª Série – N.º 139, de 21 de julho de 2008. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa. Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 1-A/2004, de 8 de janeiro. Diário da República, 1ª Série B – N.º 6, de 8 de janeiro de 2004. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro. Diário da República, 1ª Série – N.º 181, de 20 de setembro de 2016. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de abril. Diário da República, 1ª Série-B – N.º 82, de 8 de abril de 2002. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

9 Anexos

9.1 Anexo I

Cartografia

Tabela 9.1 Cartografia utilizada na caracterização e análise da área de estudo

Tema	Ano	Fonte	Escala	Formato
Temperatura média anual	-	Atlas do Ambiente	1:1 000 000	Vetorial
Precipitação anual	-	Atlas do Ambiente	1:1 000 000	Vetorial
Insolação anual	-	Atlas do Ambiente	1:1 000 000	Vetorial
Humidade relativa	-	Atlas do Ambiente	1:1 000 000	Vetorial
Limite da bacia hidrográfica	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Rede hidrográfica	2011/-	CMC/AML	1:25 000	Vetorial
Limite de Cascais	2016	DGT	1:25 000	Vetorial
Limite do PNSC	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Altimetria	-	<i>Worldclim</i>	Resolução: Pixel 27 m	Raster
Declive	Elaborado com recurso às ferramentas do ArcGIS 10.1, a partir da altimetria.			
Geologia	-	AML	1:25 000	Vetorial
Tipo de solo	-	Carta de Solos de Portugal	1:50 000	Vetorial
Classificação do solo	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Qualificação do solo	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Valor Ecológico do Solo¹	-	CMC	-	PDF
Permeabilidade do solo	2013	Pena e Abreu (2013b) – EPIC WebGIS Portugal	1:100 000	Raster
Áreas de infiltração máxima	2013	Pena e Abreu (2013a) – EPIC	1:100 000	Raster

Tema	Ano	Fonte	Escala	Formato
		WebGIS Portugal		
Vegetação atual¹	-	CMC	-	PDF
Vegetação potencial¹	-	CMC	-	PDF
Unidades de paisagem¹	2015	CMC (2015d)	1:25 000	PDF
Paisagens singulares¹	2015	CMC (2015c)	1:25 000	PDF
Mobilidade suave	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Património²	2015/-	CMC (2015k, 2015j)/CMC	1:25 000	PDF/Vetorial
Equipamentos³	2015	CMC (2015e, 2015f, 2015g, 2015h, 2015l, 2015m, 2015n)	1:25 000	PDF
Estrutura verde urbana⁴	2015/2011	CMC (2015b)/CMC	1:25 000	PDF/Vetorial
EEM	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
REM	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
REN	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
RAN	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
DPH	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Habitats da RN2000	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Sítio Sintra Cascais	2011	CMC	1:25 000	Vetorial
Suscetibilidade a cheias e inundações	2011	CMC	1:25000	Vetorial
Bacias de retenção	2016	Adaptado de Pereira <i>et al.</i> (2016)	-	-

¹Resultou do georreferenciamento de cartografia em formato TIFF, que por sua vez foi resultado do mesmo tipo de processo aplicado em ficheiros JPG. A origem destes ficheiros JPG está em formato PDF disponibilizado no sítio da internet da CMC.

²Resultou do cruzamento da cartografia, em formato vetorial, disponibilizada pela CMC, com a informação da carta do património arquitetónico e da carta do património arqueológico. Estas últimas foram alvo do processo descrito em 1.

³Resultou, à semelhança de 1, do georreferenciamento da cartografia, e do seu cruzamento: equipamentos sociais, equipamentos administrativos, de prevenção e de segurança pública,

equipamentos de saúde, equipamentos escolares, equipamentos culturais e recreativos, desportos especializados ao ar livre, desportos de natureza e síntese dos territórios desportivos.

⁴Resultou do cruzamento da cartografia, em formato vetorial, disponibilizada pela CMC, com a informação da carta da estrutura verde, sendo esta alvo do processo descrito em 1.

9.2 Anexo II

Fatores climáticos

A distribuição espacial da temperatura média anual na bacia hidrográfica em estudo é apresentada na Tabela 9.2 e na Figura 9.1, onde é possível distinguir, de acordo com a classificação do Atlas do Ambiente, três classes de temperatura. As temperaturas mais baixas da região ocorrem na região norte, com a proximidade da serra, devido ao efeito da altitude e relevo mais acentuado, contrariamente à região sul, que é caracterizada pelos intervalos de temperatura com os valores mais elevados, devido à proximidade ao mar.

Em termos quantitativos, assevera-se que a variação dos valores médios anuais, ao longo da bacia, é pouco significativa, apresentando uma amplitude térmica de 5 °C.

Com base na informação contida na carta de precipitação, calculou-se a temperatura média ponderada sobre a bacia, cujo valor é de 15°C.

Tabela 9.2 Distribuição espacial, em km² e %, da temperatura média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas de Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

Temperatura (°C)	Área	
	Km ²	%
12,5 – 15,0	6,15	22,66
15,0 – 16,0	18,98	69,93
16,0 – 17,5	2,01	7,41

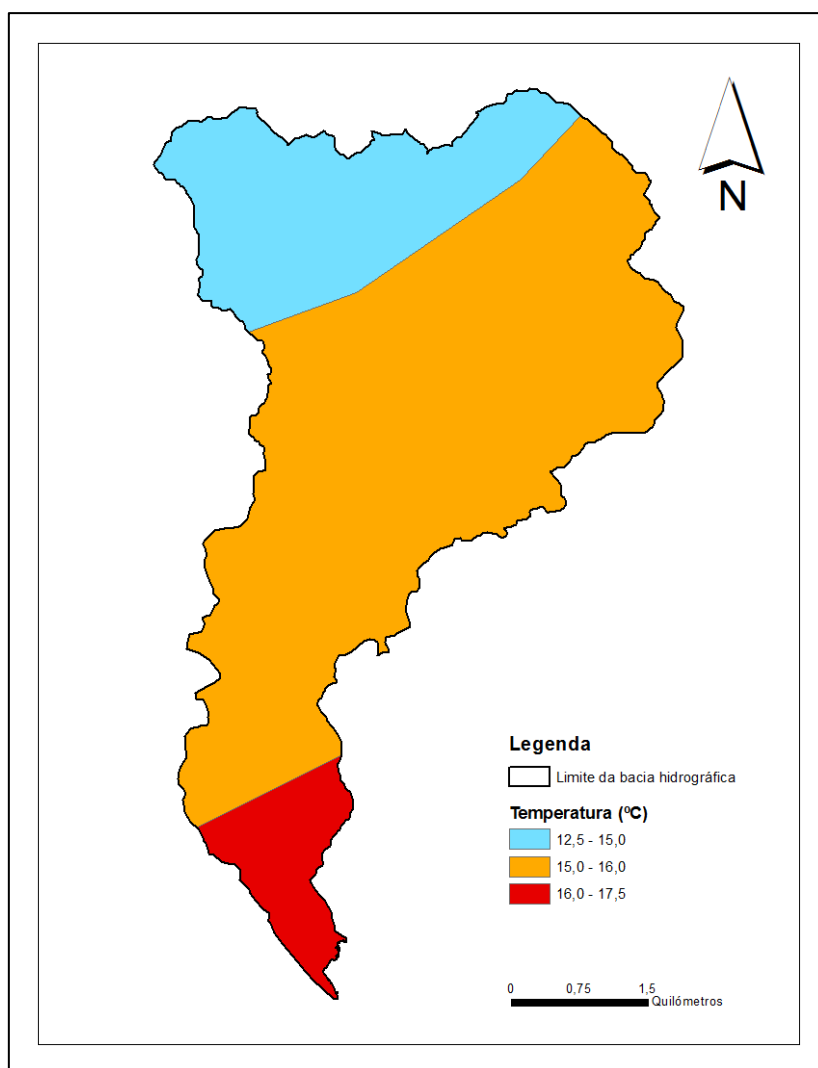


Figura 9.1 Distribuição espacial da temperatura média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas de Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

A distribuição espacial da precipitação média anual na BHRV é apresentada na Tabela 9.3 e na Figura 9.2, na qual é possível distinguir, de acordo com a classificação do Atlas do Ambiente, quatro classes de precipitação. Por observação da tabela e figura citadas, assevera-se que o valor da precipitação média aumenta, de sul para norte, com a altitude.

Tabela 9.3 Distribuição espacial, em km² e %, da precipitação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

Precipitação (mm)	Área	
	Km ²	%
600 – 700	7,30	26,89
700 – 800	11,42	42,07
800 – 1000	8,14	30,01
1000 - 1200	0,28	1,03

Com base na informação contida na carta de precipitação, calculou-se a precipitação média ponderada sobre a BHRV, cujo valor é de 771 mm.

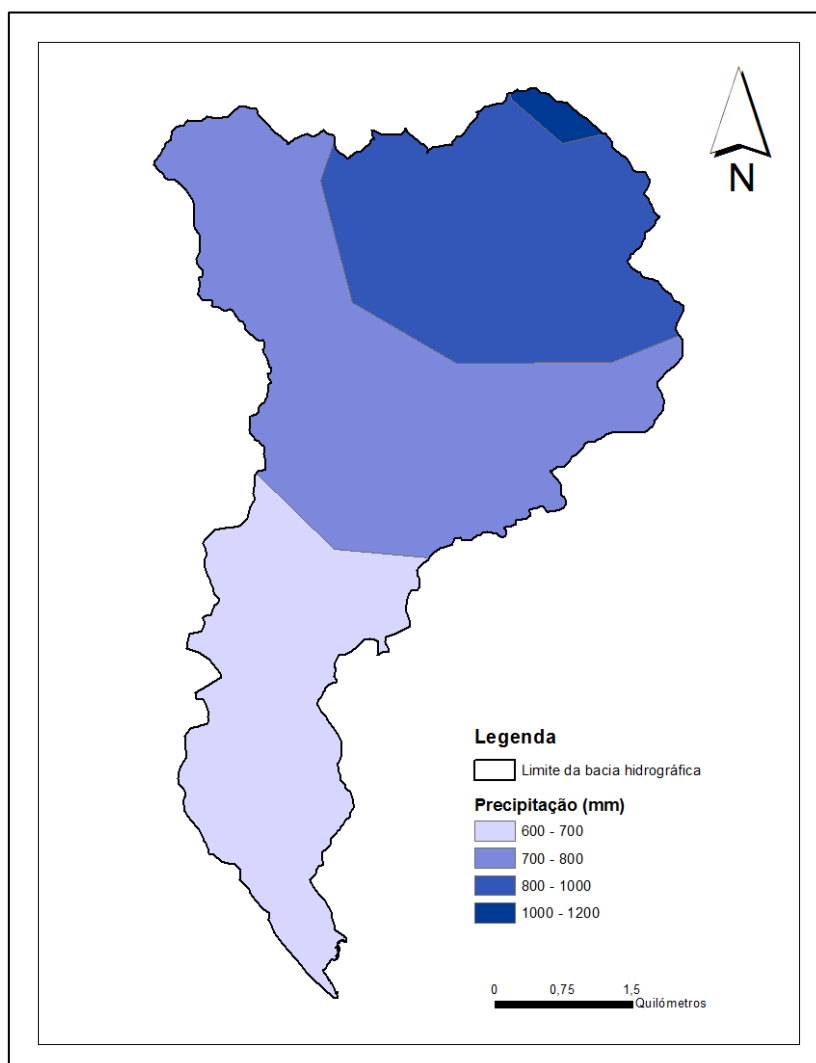


Figura 9.2 Distribuição espacial da precipitação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

A Figura 9.3 exibe a distribuição espacial da humidade relativa na BHRV, de acordo com a classificação do Atlas do Ambiente. Por observação da figura citada, assevera-se que, as duas classes existentes, distribuem-se quase equitativamente na bacia. De maneira a facilitar a interpretação da figura anterior, e a caracterizar, em termos quantitativos o ambas as classes existentes, apresenta-se, na Tabela 9.4, a distribuição das áreas, em km² e em %, para cada classe de humidade da bacia: na zona este, a humidade relativa tem valores compreendidos entre 80% e 85% abrangendo cerca de 57% do total da bacia, enquanto a outra parte, representando 43% da área total da bacia, apresenta valores ligeiramente inferiores, na ordem dos 75% a 80%.

Tabela 9.4 Distribuição espacial, em km² e %, da humidade relativa média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

Humidade (%)	Área
--------------	------

	Km ²	%
75 – 80	15,60	57,47
80 – 85	11,54	42,53

Com base na informação contida na carta de humidade, calculou-se a humidade relativa média ponderada sobre a BHRV, cujo valor é de 80%.

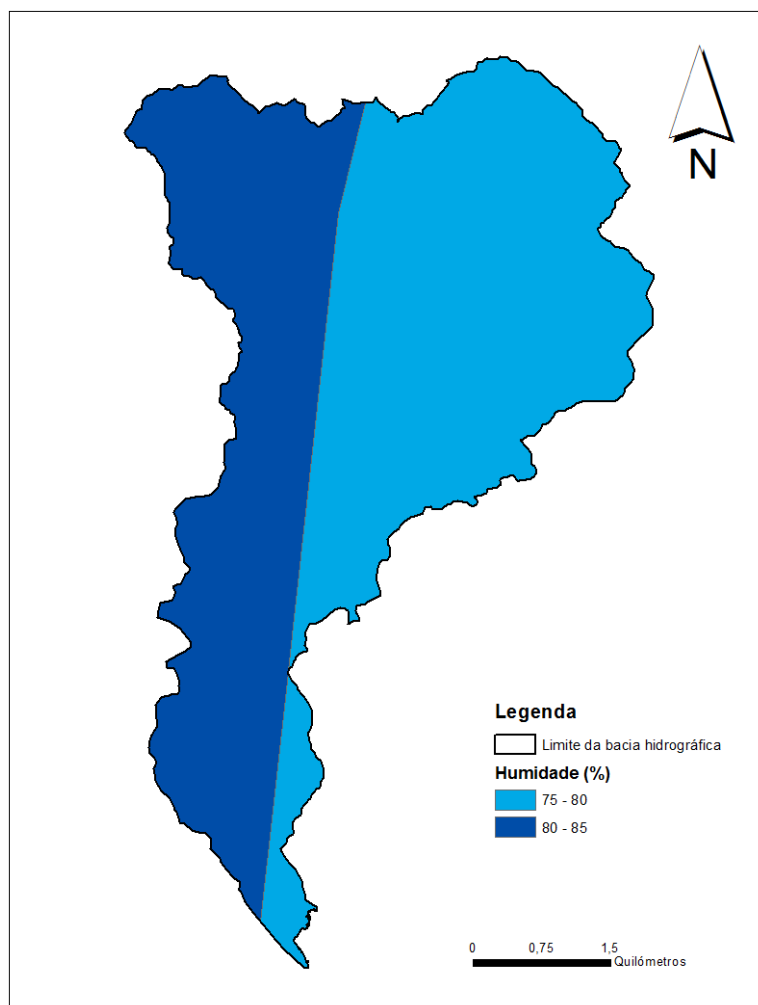


Figura 9.3 Distribuição espacial da humidade relativa média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

A Figura 9.4 apresenta, segundo a classificação do Atlas do Ambiente, a distribuição da insolação na BHRV. Pela análise da referida figura, certifica-se que os valores médios anuais de insolação se distribuem, espacialmente, por sete classes, os quais aumentam de norte para sul, à medida que a altitude diminui. Na Tabela 9.5 são apresentadas as áreas, em km² e em %, referentes a cada classe de insolação. Dada a elevada existência de classes, e de modo a tornar a caracterização da bacia mais simples, em termos de horas de sol, procedeu-se ao cálculo do respetivo valor ponderado sobre toda a região. Assim, o valor da insolação média ponderada sobre a BHRV é de 2775 horas de sol anuais.

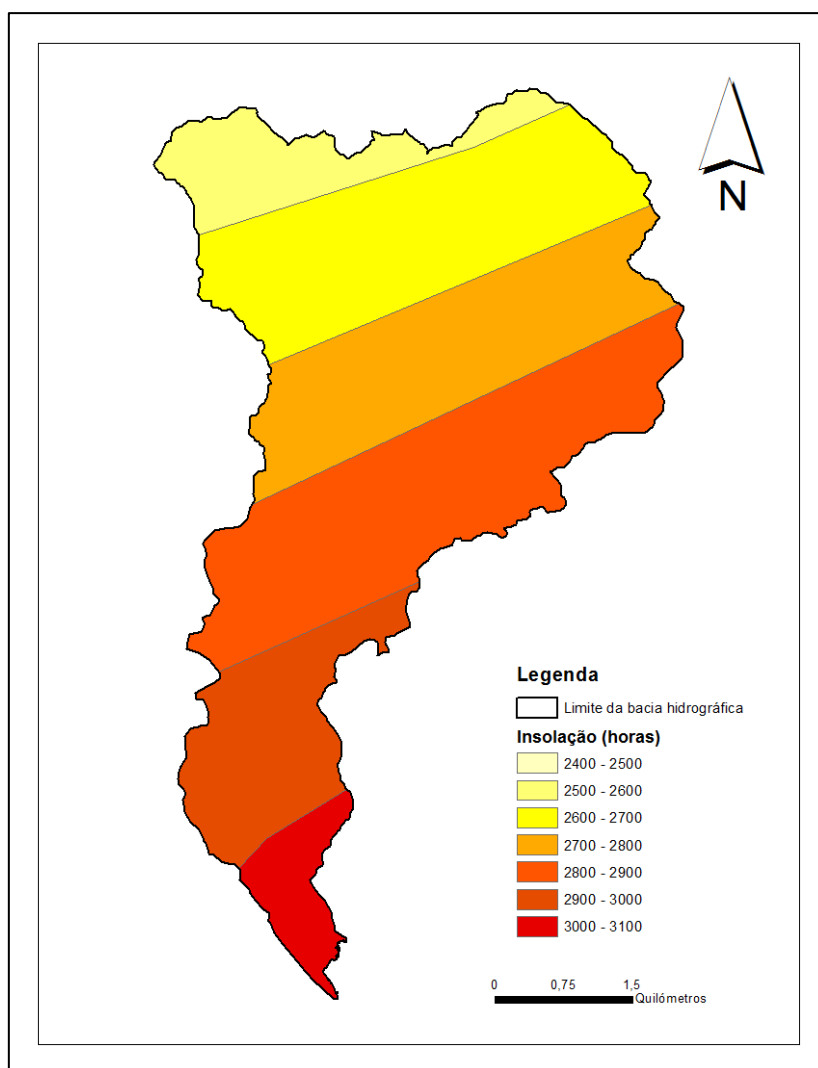


Figura 9.4 Distribuição espacial da insolação média anual na BHRV (Fonte: Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

Tabela 9.5 Distribuição espacial, em km² e %, da insolação média anual na BHRV (Adaptado de Atlas do Ambiente, s.d.; CMC, 2011)

Insolação (horas)	Área	
	Km ²	%
2400 – 2500	0,00	0,00
2500 – 2600	2,46	9,06
2600 – 2700	6,58	24,23
2700 - 2800	5,72	21,05
2800 - 2900	7,61	28,04
2900 - 3000	3,51	12,94
3000 - 3100	1,27	4,68

9.3 Anexo III

Características geométricas

Para a determinação das características geométricas foi utilizado o livro “Lições de Hidrologia”, da autoria de Lencastre e Franco (2010), para definições de fórmulas, expressões e valores de coeficientes.

Área, perímetro e comprimento

Para a delimitação da bacia hidrográfica em estudo, e obtenção dos valores de área e perímetro, foram utilizadas ferramentas do *software* ArcGIS 10.1. Os valores da área e do perímetro da bacia hidrográfica são, respetivamente, 27,14 km² e 34,10 km. A linha de água principal apresenta 12,54 km de extensão, sendo esta definidora do comprimento da BHRV.

Forma

A forma da bacia pode exercer uma grande influência no regime do curso de água, principalmente nos caudais de ponta. Os aspetos a ter em consideração, quanto à forma da bacia hidrográfica são: o fator de forma (Kf), o coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius (Kc) e o índice de alongamento (K_L).

Fator de forma

O fator de forma, Kf, constitui outro índice que contribui para avaliar a forma de uma bacia hidrográfica. Este fator relaciona a largura média com o comprimento da bacia e é dado pela Equação 1:

$$Kf = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2} = \frac{27,14}{(12,54)^2} = 0,17 \quad (1)$$

Onde:

A - Área da bacia hidrográfica (km²);

L - Comprimento da linha de água principal da bacia hidrográfica (km).

Uma bacia com um fator de forma baixo encontra-se menos sujeita a cheias do que outra com as mesmas dimensões e com um fator de forma maior. Por forma a avaliar a menor ou maior propensão à ocorrência de cheias numa bacia, podemos nos basear nos seguintes intervalos de valores de Kf.

- < 0,50: menor tendência à ocorrência de cheias;
- 0,50 – 0,75: tendência mediana à ocorrência de cheias;
- 0,75 – 1,00: maior tendência à ocorrência de cheias.

Por aplicação da Equação 1, verifica-se que a BHRV regista um valor de Kf de 0,17, o que corresponde, só por si, a uma bacia com menor tendência à ocorrência de cheias.

Coeficiente de compacidade

Um indicador que permite uma descrição quantitativa da forma de uma bacia hidrográfica é o coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius, Kc. Este índice exprime a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual à da bacia alvo e pode ser calculado através da Equação 2:

$$Kc = \frac{0,282 P}{\sqrt{A}} = \frac{0,282 \times 34,10}{\sqrt{27,14}} = 1,78 \quad (2)$$

Onde:

P – Perímetro da BH (km);

A – Área da BH (km²).

Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Kc é sempre maior ou igual à unidade, sendo $Kc = 1$ correspondente a uma bacia de forma circular. Quanto mais irregular for a forma da bacia, maior será o valor de Kc . Quanto mais próximo da unidade for o valor de Kc , maior a tendência para pontas de cheia mais altas nessa bacia.

De forma a avaliar a menor ou maior propensão à ocorrência de grandes cheias de uma bacia, podemos nos basear nos seguintes intervalos de valores de Kc :

- 1,00 – 1,25: bacia com elevada propensão à ocorrência de grandes cheias;
- 1,25 – 1,50:
- > 1,50: bacia com baixa propensão à ocorrência de grandes cheias.

A BHRV apresenta um valor de Kc de 1,78, sendo este um valor indicador de que apresenta uma forma alongada e apresentando uma baixa propensão à ocorrência de grandes cheias.

Índice de alongamento

O índice de alongamento, K_L , exprime a relação entre o comprimento L_e e largura l_e de um retângulo equivalente. Esta relação é de 1 para uma bacia com a forma de um quadrado, sendo representativo da situação que origina o mínimo valor de K_L . Valores próximos de 1 dão uma indicação preliminar de maior propensão para cheias, ao invés de valores superiores a 2, os quais indicam uma menor tendência para cheias.

O K_L foi calculado pela aplicação da Equação 5, que, por sua vez, resultou a Equação 3 e a Equação 4.

$$Le = \frac{P}{4} + \sqrt{\frac{P^2}{16} - A} = 14,59 \quad (3)$$

$$le = \frac{P}{4} - \sqrt{\frac{P^2}{16} - A} = 1,86 \quad (4)$$

$$KL = \frac{Le}{le} = 7,84 \quad (5)$$

Como a BHRV apresenta um K_L é muito superior a 2 ($K_L=7,84$), significa que a bacia é alongada, traduzindo-se, este facto, num menor risco de cheia porque o seu percurso é mais longo e o tempo de escoamento e de resposta são maiores.

9.4 Anexo IV

Características do sistema de drenagem

Para a determinação das características do sistema de drenagem foi utilizado o livro “Lições de Hidrologia”, da autoria de Lencastre e Franco (2010), para definições de fórmulas, expressões e valores de coeficientes.

Ordem e magnitude

A ordem dos cursos de água consiste numa classificação para caracterizar o grau de ramificação da rede hidrográfica da bacia. Para tal foi utilizado o critério proposto por Horton (1932) e modificado por Strahler (1952). De acordo com esta classificação, a LAP da BHRV é de ordem 5, como se pode constatar na Figura 9.5.

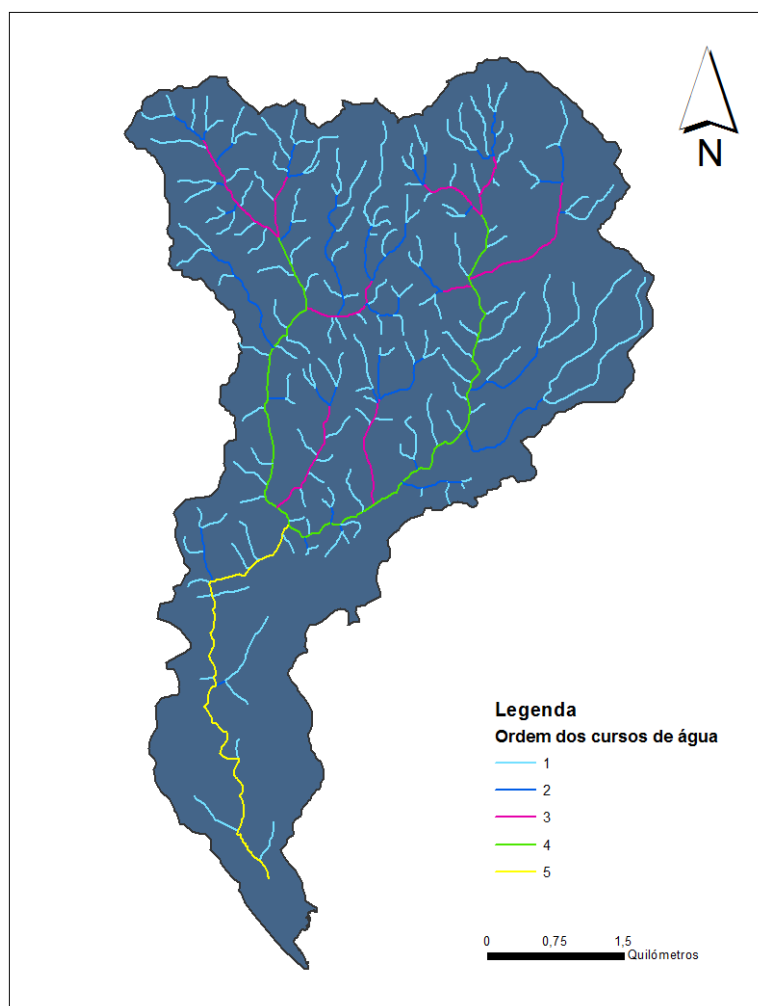


Figura 9.5 Ordem dos cursos de água da BHRV, de acordo com o critério de classificação de Strahler (1952) (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

Após a observação e análise da hierarquia dos segmentos fluviais da bacia a partir do software ArcGis 10.1, obteve-se a Tabela 9.6, a qual apresenta informação relativa à ordem, ao número de cursos de

água e ao comprimento dos mesmos, servindo de base para o cálculo da densidade de drenagem e da densidade hídrica da bacia.

Tabela 9.6 Hierarquia fluvial da BHRV, com base no critério de classificação de Strahler (fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

Hierarquia	Nº segmentos fluviais	Comprimento segmentos (km)
5ª ordem	11	5,84
4ª ordem	44	8,70
3ª ordem	42	9,30
2ª ordem	63	16,10
1ª ordem	162	57,06
Total	322	97,00

A magnitude de Shreve resulta do somatório de todos os canais de ordem 1, de acordo com o critério de Strahler, ou seja, a magnitude de um curso de água é igual ao número de cabeceiras tributárias. Por observação da tabela anterior, verifica-se que a bacia apresenta uma magnitude de 162, valor utilizado posteriormente no cálculo da densidade hídrica.

Densidade de drenagem

A densidade de drenagem, λ , exprime a relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e a sua área total e é dada pela seguinte equação:

$$\lambda = \frac{1}{A} \sum_i l_i = \frac{97,00}{27,14} = 3,57 \text{ km/km}^2$$

Onde:

- λ - Densidade de drenagem (km/km²);
- A - Área da bacia hidrográfica (km²);
- l_i - Comprimento do curso de água (km).

A densidade de drenagem varia diretamente com a extensão do escoamento superficial e fornece uma indicação da eficiência da drenagem natural da bacia. Este índice varia de 0,5 km/km², para bacia mal drenadas, a 3,5 km/km² ou valores superiores, para bacias excecionalmente bem drenadas. Bacias com maior densidade de drenagem tenderão a estar menos sujeitas a cheias do que as bacias com menor densidade de drenagem. A densidade de drenagem da bacia hidrográfica é de 3,57 km/km².

Densidade hídrica

A densidade hídrica, Dh , exprime a capacidade que uma bacia hidrográfica tem em gerar novos cursos de água, relacionando o número total de cursos de água existente na bacia com a área total da bacia, ou seja, o número de cursos de água existentes por cada km^2 .

$$Dh = \frac{N}{A} = \frac{162}{27,14} = 5,97 \text{ cursos de água/km}^2$$

Onde:

- N – Número total de cursos de água (correspondente à magnitude da bacia);
- A – Área da bacia hidrográfica (km^2).

A BHRV apresenta um valor de densidade de hídrica de 5,97.

Coeficiente de torrencialidade

O coeficiente de torrencialidade, Ct , é um índice utilizado sobretudo em pequenas bacias, afetadas pelo escoamento torrencial. Resulta do produto entre a densidade de drenagem e a densidade hídrica. A torrencialidade de uma bacia será tanto maior quanto mais elevado for o valor do índice.

$$Ct = \lambda \times Dh = 3,57 \times 5,97 = 21,34$$

A BHRV apresenta um valor de coeficiente de torrencialidade de 21,34.

Percurso médio do escoamento superficial

O percurso médio do escoamento superficial, \bar{P}_s , é a distância média que água da chuva teria que percorrer, caso o escoamento se desse em linha reta, desde o ponto de queda na bacia hidrográfica até ao curso de água mais próximo. Este traduz-se pela seguinte equação:

$$\bar{P}_s = \frac{A}{4L} = \frac{1}{4\lambda} = 0,07 \text{ km}$$

Quanto menor for \bar{P}_s maior a facilidade com que a água atinge a rede hidrográfica, o que se traduz numa maior propensão para a ocorrência de cheias.

9.5 Anexo V

Características do Relevo

Altimetria

A apresentação da altimetria foi feita considerando um intervalo de discretização de 50 m, resultando num total de dez classes altimétricas.

A partir da informação apresentada na tabela apresentada abaixo, é possível verificar a predominância de duas classes altimétricas na área de estudo: as altitudes entre 50–100 metros e 100–150 metros, ocupando, respetivamente, cerca de 18% e 32% da área total da bacia. As classes de altimetria mais elevada (>350 m) são muito pouco significativas na BHRV, representando no seu conjunto apenas 8%, sendo estas áreas características da Serra.

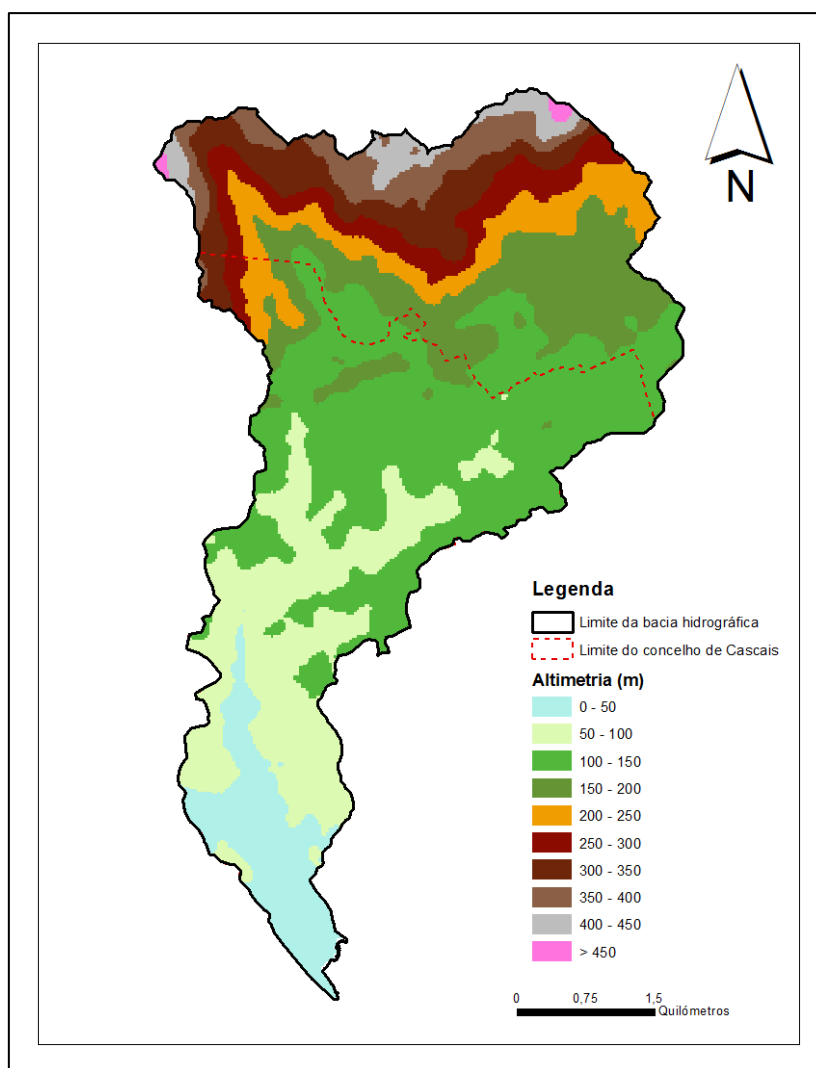


Figura 9.6 Carta de altimetria da BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; *Worldclim*, s.d.)

Tabela 9.7 Área, em km² e em %, das classes de altimetria na BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; *Worldclim*, s.d.)

Altimetria (m)	Área	
	Km ²	%
≤ 50	2,17	7,99
]50 – 100]	4,86	17,91
]100 – 150]	8,78	32,37
]150 – 200]	3,85	14,19
]200 – 250]	1,94	7,16
]250 – 300]	1,57	5,80
]300 - 350]	1,91	7,04
]350 – 400]	1,33	4,91
]400 – 450]	0,64	2,35
> 450	0,08	0,29

Declive

Relativamente ao declive, a BHRV foi dividida em três grandes grupos de classes de declive: declives elevados (acentuado e muito acentuado), declives médios (suave e moderado) e baixos declives (plano e muito suave). As classes de declive foram definidas com os seguintes intervalos:

- 0% - 5%: com relevo plano;
- 5% - 8%: declive muito suave;
- 8% - 12%: declive suave;
- 12% - 15%: declive moderado;
- 15% - 25%: declive acentuado;
- $\geq 25\%$: declive muito acentuado.

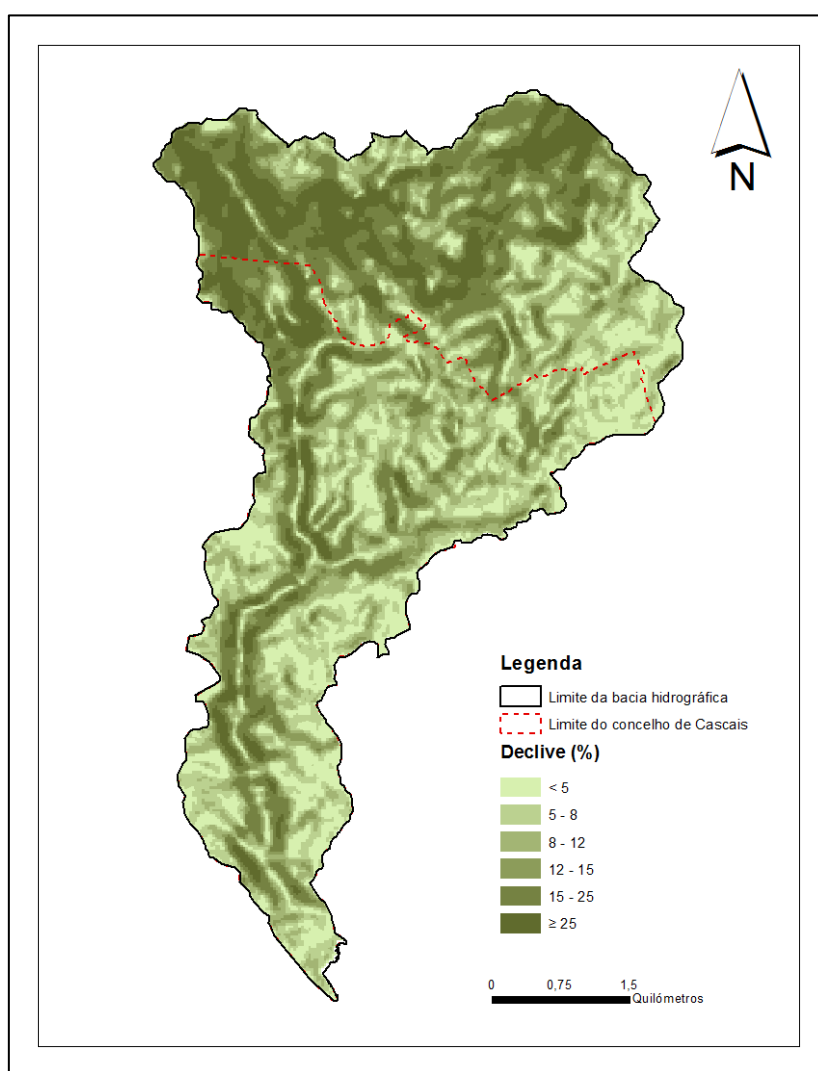


Figura 9.7 Carta de declives da BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; *Worldclim*, s.d.)

Tabela 9.8 Área, em km² e em %, das classes de declive na BHRV (Fonte: Adaptado de CMC, 2011; *Worldclim*, s.d.)

Declive (%)	Classificação	Área	
		km ²	%

< 5	Plano	4,69	17,29
[5 – 8[	Muito suave	4,8	17,71
[8 – 12[	Suave	5,17	19,06
[12 – 15[	Moderado	3,00	11,05
[15 – 25[	Acentuado	6,00	21,90
≥ 25	Muito acentuado	3,52	13,00

Suscetibilidade a Movimentos de Massas em Vertentes

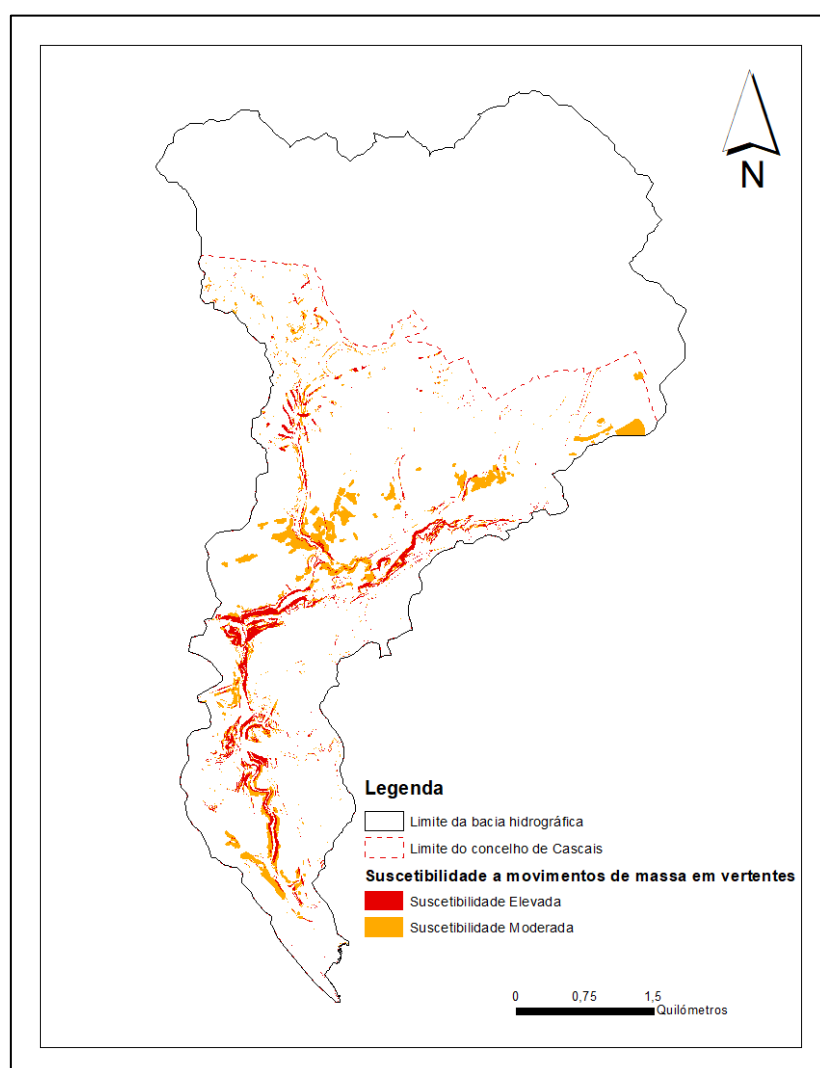


Figura 9.8 Suscetibilidade da BHRV, inserida nos limites administrativos de Cascais, a movimentos de massa em vertentes (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Curva hipsométrica

Tabela 9.9 Distribuição das áreas e frequências altimétricas, em altitude, para a BHRV

Altitude (m)	Área (km ²)		Frequências Altimétricas (%)	
	Parcial	Acumulada	Parciais	Acumuladas

490	0,00	0,00	0,00	0,00
450	0,08	0,08	0,29	0,29
400	0,64	0,72	2,35	2,64
350	1,33	2,05	4,91	7,55
300	1,91	3,95	7,04	14,58
250	1,57	5,53	5,80	20,38
200	1,94	7,47	7,16	27,54
150	3,85	11,31	14,19	41,73
100	8,78	20,09	32,37	74,10
50	4,86	24,95	17,91	92,01
0	2,17	27,11	7,99	100,00

9.6 Anexo VI

Geologia

Tabela 9.10 Área, em km² e em %, ocupada por tipo de formação geológica na BHRV (Fonte: Adaptado de AML, s.d.; CMC, 2011)

Formação geológica	Área	
	Km²	%
Aluviões	0,77	2,86
Aplito, microgranito e micropegmatito	0,01	0,04
Areias	0,00	0,01
Arenitos e margas	0,30	1,10
Arenitos, pelitos e dolomitos	0,74	2,72
Brecha poligénica máfica	0,01	0,03
Calcários	2,58	9,52
Calcários e arenitos	1,81	6,67
Calcários e margas	9,06	33,37

Formação geológica	Área	
	Km²	%
Calcários, margas e arenitos	0,51	1,89
Calcários, margas, arenitos e dolomitos	0,04	0,14
Complexo Vulcânico de Lisboa	0,02	0,08
Filões de rocha alterada e/ou não identificada	0,57	2,11
Filões e massa de riolito	0,05	0,17
Filões e massa de traquibasalto	0,26	0,96
Granito de Sintra	9,55	35,18
Pelitos, arenitos e conglomerados	0,65	2,38
Plano de água	0,06	0,21
Rochas vulcânicas indiferenciadas	0,14	0,53
Sienito de Sintra	0,00	0,02

9.7 Anexo VII

Suscetibilidade a Cheias e Inundações

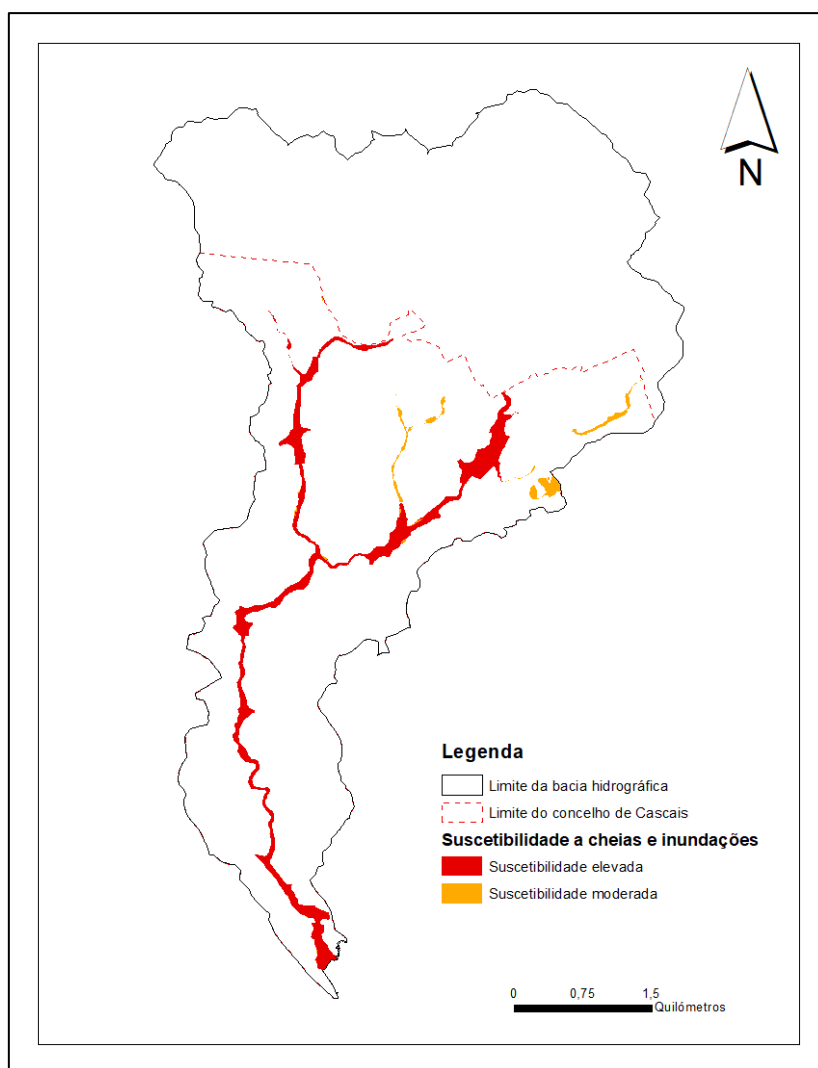


Figura 9.9 Suscetibilidade da BHRV, inserida nos limites administrativos de Cascais, a cheias e inundações (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

9.8 Anexo VIII

Tipo de Solo

Tabela 9.11 Área, em km² e em %, ocupada por cada classe de tipo de solo na BHRV (Adaptado de AML, s.d.; Carta de Solos de Portugal, s.d.; CMC, 2011)

Tipo de solo	Área	
	Km ²	%
Área social	3,86	14,22
Complexo de tipos de solos	17,90	65,95
Solos argiluvitados	1,80	6,63
Solos calcários	0,98	3,61
Solos incipientes	1,57	5,78
Solos litólicos	1,03	3,80

9.9 Anexo IX

Ocupação do Solo

Tabela 9.12 Distribuição da ocupação do solo, em km² e em %, na AE (Adaptado de CMC, 2011)

Categoria	Uso do Solo	
	Km ²	%
Espaço Canal	0,10	0,61
Espaço Central	0,51	3,25
Espaço Natural	9,29	59,36
Espaço Residencial	2,86	18,28
Espaço Verde	0,48	3,06
Espaço de Aglomerados Rurais	0,33	2,13
Espaço de Atividades Económicas	0,12	0,76
Espaço de Equipamento	0,65	4,12
Espaço de Ocupação Turística	0,18	1,18
Espaço de Uso Especial	0,88	5,64
Espaço de Uso Especial Proposto	0,25	1,59
PMOT em vigor	0,00	0,00

9.10 Anexo X

Valor Ecológico do Solo

Tabela 9.13 Classes de Valor Ecológico do Solo e respetiva descrição (Fonte: Adaptado de Magalhães *et al.*, 2007)

Classe de Valor Ecológico do Solo	Descrição
1 - Muito Elevado Valor Ecológico	Solos que, potencialmente, deverão apresentar considerável espessura efetiva e os maiores índices de fertilidade, criando condições propícias ao desenvolvimento das plantas e produção de biomassa. São solos que deverão ser preservados e protegidos.
2 - Elevado Valor Ecológico	Solos com considerável potencialidade para a produção de biomassa, mas que possuem características menos favoráveis que os da classe 1. Solos que estão associados a ecossistemas específicos que interessa preservar (por exemplo, sapais), ou que estão

	associados a sistemas agrícolas ou florestais tradicionais.
3 - Valor Ecológico Variável	Solos de Valor Ecológico mais reduzido que a classe anterior por serem mais pobres em argila e/ou matéria orgânica, espessura mais reduzida e/ou menor capacidade de retenção de água e nutrientes, mas que poderão apresentar, de acordo com determinadas condições, interesse em termos da sua preservação.
4 – Solos de Reduzido Valor Ecológico	Solos pouco evoluídos, geralmente menos férteis e mais delgados, com mais reduzida potencialidade para a produção de biomassa e que não apresentam qualquer valor ecológico específico.
5 – Solos de Muito Reduzido Valor Ecológico	Solos muito incipientes ou muito delgados e, por isso, com um Valor Ecológico muito baixo.

9.11 Anexo XI

Vegetação

Tabela 9.14 Área, em km² e em %, de cada tipo de vegetação existente na AE (Fonte: Adaptado de CMC, s.d.; 2011)

Vegetação Atual	Área	
	km ²	%
Amial	0,02	0,18
Azinhal	0,00	0,04
Canavial	0,07	0,80
Carrascal	4,88	57,95
Carrascal-arbóreo	0,01	0,16
Cercal	0,13	1,50
Com. Basal de tojo-durázio	0,46	5,49
Formação de Carvalhiça	0,75	8,93
Freixal-Choupal	0,02	0,29
Medronhal	0,04	0,49
Prado de braquipódio	0,13	1,56
Prado húmido	0,15	1,81
Prado vivaz nitrófico	0,87	10,31
Salgueiral de borrazeira-preta	0,02	0,21

Tojal de tojo-durázio	0,57	6,71
Zambujal	0,30	3,57

9.12 Anexo XII

Estrutura Ecológica

Tabela 9.15 Área, em km² e em %, da EEM na AE (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Estrutura Ecológica	Área (km²)	Área (%)
Estrutura Ecológica Complementar	1,43	5,25
Estrutura Ecológica Fundamental	7,15	26,35
Estrutura Ecológica Urbana	0,74	2,71

Tabela 9.16 Usos e ações compatíveis com a Estrutura Ecológica para as componentes: leitos e margens dos cursos de água, permeabilidade máxima e falhas geológicas e solos de elevado valor ecológico (Fonte: Ferreira e Machado, 2010)

Componente da EE	Função ecológica principal	Usos e ações compatíveis com o uso do solo
Leitos e margens dos cursos de água	Biodiversidade: Conservação de habitats (flora e fauna);	- Vegetação ripícola;
	Refúgio de espécies;	- Prados naturais;
	Regulação do ciclo de nutrientes.	- Agricultura de regadio;
	Ciclo hidrológico: Regulação do ciclo da água.	- Espaços verdes de recreio e lazer (compatíveis com a sensibilidade ambiental dos habitats presentes);
Zonas de permeabilidade máxima e falhas geológicas	Prevenção de riscos naturais/aspetos socioeconómicos: Redução da erosão fluvial através do uso de vegetação ripícola; Redução e prevenção dos riscos de cheia.	- Espaços não edificáveis.
	Biodiversidade: Conservação dos ecossistemas aquáticos.	- Matas e floresta;
		- Prados naturais;

	<p><u>Ciclo hidrológico:</u> Recarga aquífera.</p> <p><u>Prevenção de riscos naturais/aspetos socioeconómicos:</u> Proteção da qualidade da água; Redução das áreas de risco de cheia e de inundação; Redução do risco de intrusão salina.</p>	<p>- Espaços verdes de recreio e lazer (que promovam a permeabilidade e que não constituam um risco à contaminação aquífera);</p> <p>- Espaços não edificáveis.</p>
Solos de elevado valor ecológico	<p><u>Biodiversidade:</u> Promoção da sustentação de comunidades vegetais de elevada biomassa, ou de comunidades vegetais específicas.</p> <p><u>Ciclo hidrológico:</u> Promoção da infiltração da água no solo</p> <p><u>Prevenção de riscos naturais/aspetos socioeconómicos:</u> Redução dos riscos de cheia e inundação; - Áreas compatíveis com agricultura biológica; Áreas preferenciais para a produção de produtos autóctones (vinho, azeite, maçãs, entre outros).</p>	<p>- Agricultura, preferencialmente de sequeiro (vinhas, pomares e olivais);</p> <p>- Em áreas rurais com forte disseminação de espaços urbanos poderão constituir excelentes espaços abertos para a prática de desporto e lazer (baixa infraestruturação compatível com a sensibilidade do recurso);</p> <p>- Zonas não edificáveis (excetuando os apoios agrícolas).</p>

9.13 Anexo XIII

Reserva Ecológica Nacional

Tabela 9.17 Área, em km² e em %, de cada família tipológica e respetiva tipologia das áreas REN (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Áreas	Tipologia	Área (km ²)	Total (km ²)
Áreas de proteção do litoral	Praias	0,00	0,03
	Arribas e respetiva faixa de proteção	0,03	
	Ilhéus e rochedos emersos	0,0	
	Faixa marítima de proteção costeira	0,00	
Áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico	Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN - Margem 30m	0,07	4,96
	Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN - Leito	0,02	
	Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN - Faixa de proteção 100m	0,05	
	Cursos de água e respetiva margem	0,40	
	Áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos	4,41	
Áreas de prevenção de riscos naturais	Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	3,89	5,42
	Áreas de instabilidade de vertentes	0,69	
	Zonas adjacentes	0,84	

9.14 Anexo XIV

Domínio Público Hídrico

Tabela 9.18 Área, em km² e em %, de cada tipologia do DPH (Fonte: Adaptado de CMC, 2011)

Tipologia	Área (km ²)	Área (%)
Área adjacente da Ribeira das Vinhas	0,84	5,39
Ribeira das Vinhas/Marmeleiros/Penha Longa	0,04	0,25
Ribeira das Vinhas	0,21	1,32
Área contígua aos cursos de água	0,07	0,47
Albufeira do Rio da Mula	0,48	3,07
Domínio Público Marítimo	0,05	0,34

9.15 Anexo XV

Plano de Proteção Contra Cheias na Ribeira das Vinhas

Tabela 9.19 Zonas da bacia que constituem um elevado grau de risco, devido à densa ocupação urbana ou à localização em leito de cheia (Fonte: Pereira *et al.*, 2016)

Ribeira do Pisão

Edificações, em leito de cheia, junto à Rua Quinta do Pisão.



Rua da Quinta do Pisão

**Ribeira da
Penha Longa**

Edificações, em leito
de cheia, junto à
povoação da
Atrozela.



Atrozela

**Ribeira das
Vinhas**

Edificações, em leito
de cheia, junto à
Quinta da Ponte.



Quinta da Ponte

Edificações, em leito
de cheia, junto à Rua
de S. Mateus (zonas
Norte e Sul, a
montante do troço
coberto);



Rua S. Mateus, zona Norte



Rua S. Mateus, zona Sul




**Corredor
inundável,
entre o
mercado de
Cascais e o
Passeio de
Dom Luís I**

Encontram-se instaladas diversas edificações de entidades e equipamento social, com alguma sensibilidade a um fenómeno de cheia.



Planície de inundação na vila de Cascais

Tabela 9.20 Localização e configuração das BR (Fonte: Pereira *et al.*, 2016)

Bacia de retenção	Localização
<p>BR1</p> <p>Ribeira do Pisão, numa zona de paisagem natural, sem ocupação antropogénica.</p>	
<p>BR2</p> <p>Ribeira da Penha Longa, na Atrozela, numa zona rural sem edificações relevantes.</p>	
<p>BR3</p> <p>Localiza-se num vale encaixado na ribeira dos Marmeleiros, onde predominam zonas de mato.</p>	
<p>BR4</p> <p>Localiza-se na ribeira das Vinhas, a cerca de 200 metros do troço coberto (montante do centro urbano da vila de Cascais). Ao longo da área indicada para à sua implantação verifica-se, atualmente, a existência de algumas edificações</p>	